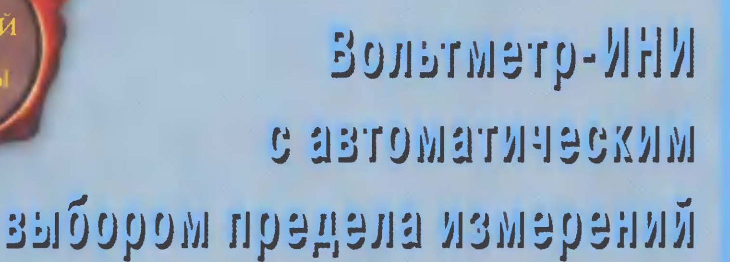
www.radio.ru
6 • 2008



АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ









- Выбор звуковых головок для высококачественной АС
- Дистанционный контроль исправности датчиков
- Тахоиндикатор
- Световое табло на основе светодиодной матрицы

...и еще 14 конструкций

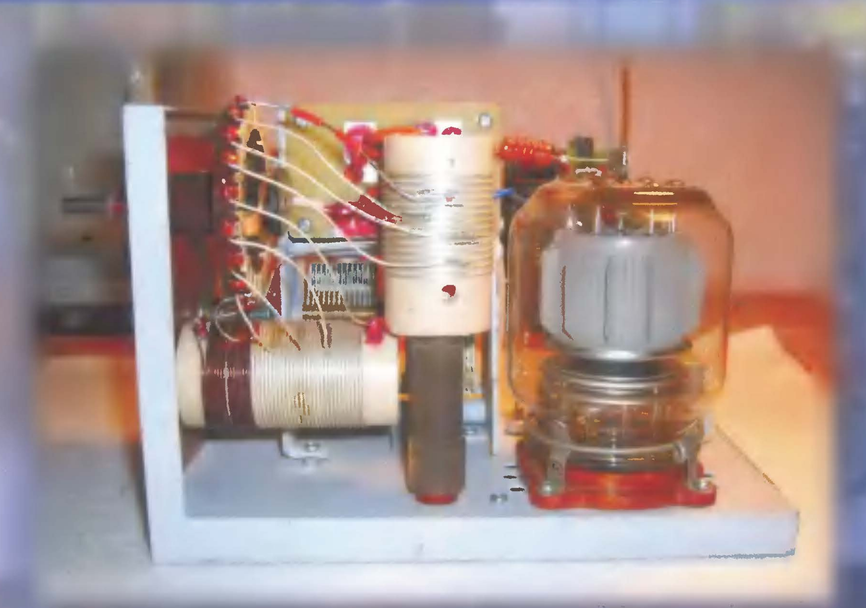

ISSN-0033-765X



КВ усилитель мощности «КАТЕТ»

(см. статью на с. 54)

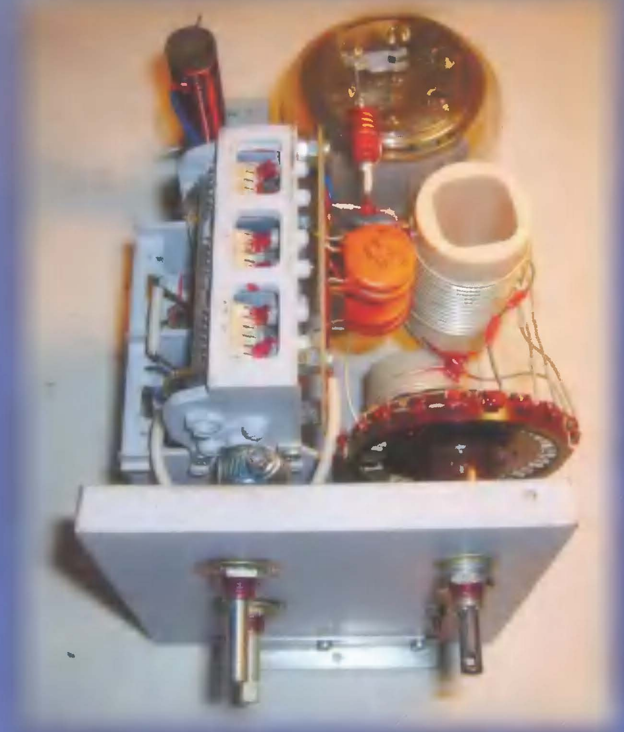




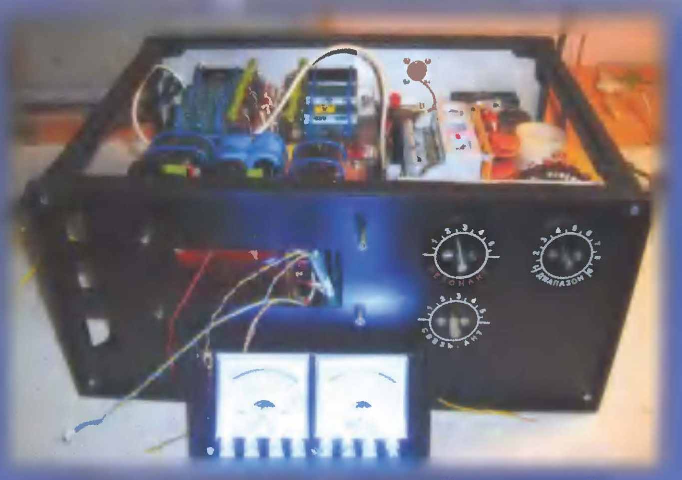
Модуль выходного каскада. Вид с правой стороны.



Источник анодного напряжения.



Модуль выходного каскада. Вид сверху.



Вид со снятыми верхней крышкой и индикаторами.

ЭЛИКС www.eliks.ru

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ
РАДИОМОНТАЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ПРОМЫШЛЕННАЯ МЕБЕЛЬ

АКТАКОМ® АСК-2028 АСК-2034 Лучшее решение для учебных заведений!

АСК-2025, АСК-2028, АМ-3005, АСК-2034/АСК-2067, АМ-3001, АТК-2040, АТК-2001, АТК-1001, АВМ-4400, АМ-3004, АКС-1291, АКС-1201, АКС-1292, АМ-3003, АТК-2021

ОБО ВСЕХ МОДЕЛЯХ И ПОДРОБНЕЕ НА
www.eliks.ru/pribory.htm



ЦИФРОВЫЕ LCR-МЕТРЫ АКТАКОМ®

подробно на www.aktakom.ru

АМ-3001

- Частота измерений 100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц
- R+Q: R 0,0001 Ом...2000 МОм
  Q 0,00001...50
  L+Q: L 0,0001 мкГн...99999 Гн
  Q 0,0001...50
  C+D: C 0,0001 пФ...99999 мкФ
  D 0,00001...10
  C+R: C 0,0001 пФ...99999 мкФ
  R 0,00001...99999 кОм

АМ-3003

- Емкость 0,1 пФ...10 мФ
- Индуктивность 0,1 мкГн...1 кГн
- Сопротивление 1 мОм...10 МОм
- Тангенс угла потерь: 0,0001...999
- Добротность 0,001...999
- Угол потерь: ±90°

АМ-3004

- Индуктивность 0,1 мкГн...10000 Гн
- Емкость 0,01 пФ...10 мФ
- Сопротивление 0,001 Ом...10 МОм

АМ-3005 *ЛУЧШАЯ ЦЕНА!*

- Измерение:
  индуктивности 1 мкГн...20 Гн
  емкости 1 пФ...1000 мкФ
  сопротивления 0,1 Ом...20 МОм
- Проверка диодов
- Звуковая прозвонка
- Удержание показаний
- Запись min и max значений
- Установка «0»
- Интерфейс RS-232
- Сортировка элементов по допуску (0,1 %; 0,25 %; 0,5 %; 1 %; 5 %; 10 %; 20 %; 30 %)



АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА АКТАКОМ®

все модели на www.eliks.ru

АКС-1201/1291

Прибор является идеальным инструментом для испытания, установки и обслуживания стационарного и подвижного телекоммуникационного оборудования

- Последовательное сканирование интервала частот с заданным шагом
- Ручной, поисковый и канальный выбор режимов сканирования
- Частотный диапазон 100 кГц...2,06 ГГц/2,9 ГГц
- Встроенный частотомер
- Система ФАПЧ для точной настройки и измерения частоты
- ЖКИ 192x192 точки со светодиодной подсветкой

 Оборудование включено в Госреестр средств измерений

ЦИФРОВЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ

детально на www.aktakom.ru

АСК-2034/АСК-2067 АКТАКОМ®

- 2 канала
- Полоса пропускания 25/60 МГц
- Дискретизация 100 МГц
- Вертикальная чувствительность 5 мВ/дел - 5 В/дел
- Вх. импеданс 1 МОм±3% 20 пФ±3 пФ
- Диагональ экрана 19 см!

АСК-2028 АКТАКОМ®

- 2 канала, полоса пропускания 20 МГц
- Дискретизация 100 МГц
- Вертикальная чувствительность 5 мВ/дел - 5 В/дел
- Вх. импеданс 1 МОм±3% 20 пФ±3 пФ
- Макс. вх. напряжение 400 В

АСК-2025 АКТАКОМ®

- 2 канала
- Полоса пропускания 25 МГц
- АЦП 8 бит
- Погрешность ±3 %
- Входной импеданс 1 МОм/20 пФ
- Дисплей 5,7"



ТОКОВЫЕ КЛЕЩИ АКТАКОМ®

еще больше приборов на www.eliks.ru

АТК-1001 / АТК-2021 / АТК-2001 / АТК-2040

- Переменный ток 0...60 А (АТК-1001), 0,01...200 А (АТК-2021), 0,1...400 А (АТК-2040), 0,1 мА...30 А (АТК-2001)
- Переменное напряжение 0...400 В (АТК-1001), 1 мВ...600 В (АТК-2021), 0,1...400 В (АТК-2040/2001)
- Постоянный ток 0,01...200 А (АТК-2021), 0,1...400 А (АТК-2040), 1 мА...30 А (АТК-2001)
- Постоянное напряжение 0,1 мВ...600 В (АТК-2021), 0,1...400 В (АТК-2040/2001)



МУЛЬТИМЕТРЫ АКТАКОМ-IWATSU

все модели на www.eliks.ru

НОВЕЙШИЕ ЦИФРОВЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ
АВМ-4400 / АВМ-4401 / АВМ-4402 / АВМ-4403

- Разрядность индикатора 5,5
- Двойной дисплей

Модель	АВМ-4400	АВМ 4401	АВМ-4402	АВМ-4403
Каналы	2	1	1	2
Постоянное напряжение	1 мкВ...1000 В	1 мкВ...1000 В	0,1 мкВ...1000 В	0,1 мкВ...1000 В
Переменное напряжение	1 мкВ...750 В	1 мкВ...750 В	1 мкВ...750 В	1 мкВ...750 В
Полоса частот	15 Гц...100 кГц	15 Гц...100 кГц	15 Гц...300 кГц	15 Гц...300 кГц

«ЭЛИКС» 115211, Москва, Каширское шоссе, дом 57, корпус 5,
Тел.: (495) 781 4969 (многокан.), 344 9765, 344 9766; факс 344 9810 E-mail: eliks-tm@eliks.ru www.eliks.ru

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Вольтметр-ИНИ, разработанный Э. Кузнецовым (см. статью на с. 19)

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

УСИЛИТЕЛЬ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ НА ЛАМПАХ
ПРИЕМ DRM РАДИОСТАНЦИЙ
ЛАБОРАТОРНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ
ПРОТИВОУГОННОЕ УСТРОЙСТВО

Тираж журнала «Радио» № 5 сдан для рассылки подписчикам 06.05.2008 г.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА
Условия см. в "Радио", 2007, № 2, с. 11



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 20.05.2008 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ООО «ИД Медиа-Пресса», 127137, Москва, ул. «Правды», д. 24, стр. 1. Зак. 81152.

Лучшие публикации 2007 г.

К нашему ежегодному конкурсу на лучшую публикацию читатели журнала и радиолюбители уже давно привыкли, поскольку они сами, по сути, и являются негласными общественными выразителями мнений, на которых и основывается жюри. При подведении итогов рассматривались традиционные и электронные письма, пришедшие в редакцию по 7 мая (День радио) включительно. Принимались во внимание и мнения, высказанные редакторами при работе с той или иной статьей.

За указанный период редакция получила интересные отклики по 48 публикациям. Жюри конкурса подвело итоги и вынесло свое решение:

Первое место и денежный приз в размере 5000 руб. присудить А. Обухову (г. Гомель, Белоруссия) за статью "Сварочный аппарат из деталей старых телевизоров" (№ 9);

Второе место и денежный приз 3000 руб. присудить авторам А. Зуйкову и И. Квасову (г. Тула) за статью "Домашняя метеостанция с часами, календарем и будильником" (№ 9);

Третье место и денежные призы по 1000 руб. жюри решило присудить двум публикациям — В. Меркулову (г. Москва) за статью "Какое радио изобрел Г. Маркони" (№ 6) и С. Макарцу (г. Киев, Украина) за статью "Карманный телевизор на видоискателе" (№ 2).

Всем названным авторам вместе с денежными призами будут вручены памятные дипломы журнала "Радио" за активное и успешное сотрудничество.

Жюри сочло целесообразным отметить дипломами еще ряд авторов, которые рассматривались как претенденты на победу в конкурсе (фамилии приведены в алфавитном порядке): С. Бондаренко, А. Гирлин, Ю. Захаренков, В. Климов, А. Коротоношко, С. Кулешов, И. Морозов, И. Нечаев, В. Никитин, В. Пугин, О. Шмелев.

Коллектив редакции поздравляет всех победителей конкурса, дипломантов и соискателей с успешным сотрудничеством и желает им дальнейших плодотворных замыслов и их реализации. Мы благодарим всех читателей и радиолюбителей, оказавших нам помощь своим активным участием в подведении итогов конкурса.

Уважаемые читатели!

Наш конкурс "Лучшая публикация года" продолжается. Теперь мы ждем от вас отзывов, высказывание своих мнений и пожеланий по публикациям в журналах 2008 г. Желающим принять активное участие в конкурсе напоминаем, что вы еще успеете завершить свои конструкции и составить описание.

Желаем удачи!

Редакция

"РАДИО" НА "СВЯЗЬ-ЭКСПОКОММ-2008"

С 12-го по 16 мая во Всесоюзном центральном выставочном комплексе "ЭКСПОЦЕНТР" проходила очередная, юбилейная выставка "СВЯЗЬ-ЭКСПОКОММ". В двадцатый раз посетителям был предложен смотр достижений наиболее прогрессирующей отрасли жизнедеятельности человечества. И в каждой из этих выставок редакция журнала "Радио" принимала непосредственное участие либо как самостоятельный экспонент, либо по просьбе весьма уважаемых фирм и компаний в содружестве. Об итогах юбилейной выставки и ретроспекции будет написано еще немало строк, всесторонних и глубоких анализов пройденного пути от начала и до сегодняшних дней. А сейчас просто хочется поделиться первыми впечатлениями о прошедшей выставке и нашем в ней участии.









Участие в выставках для редакции не просто демонстрация собственных достижений, а прежде всего активная форма непосредственного общения с разработчиками ведущих исследовательских организаций, производителями конкретной радиоэлектронной продукции, изучения спроса и предложений в области потребительских тенденций не только электронных приборов, но и продукции издательских объединений. И наконец, самое существенное, — непосредственная встреча и с нашими потребителями — подписчиками и читателями журнала и активными радиолюбителями. Не скроем, приятно было видеть, когда проходящий мимо посетитель вдруг замирает при виде редакционной растяжки "РАДИО", останавливается, затем мило и даже как-то виновато улыбаясь, подходит к россыпи журналов на стенде, трепетно берет один из них (нового издания) в руки и непременно высказывается о том, что и сам когда-то выписывал, читал, но жизненные коллизии, а порой и просто вырастание из "радиолюбительских штанишек" изменили привычный уклад — но память о журнале остается.

Порой разгорались и стихийно начинавшиеся дебаты о нашей деятельности, приходилось выслушивать и нелицеприятные критические замечания и высказывания (конечно, и наша деятельность еще далека от идеала). Но все это дает богатую пищу для анализа и совершенствования собственных путей развития.

Рассматривая экспозиции отечественных и зарубежных компаний и соразмеряя со своей деятельностью, более отчетливо стало видно, какие области деятельности в радиоэлектронике мы отражаем еще недостаточно полно. Например, мир современной телекоммуникации все более и более тяготеет к беспроводным видам обмена информации, аналоговые системы уже практически вытеснены цифровыми, а наземные виды радиосвязи заменяются спутниковыми. В этом плане на юбилейной выставке особенно интересно выглядят экспозиции, посвященные телевидению высокого разрешения (HDTV) и системам конечного отображения индивидуального и коллективного пользования. ■

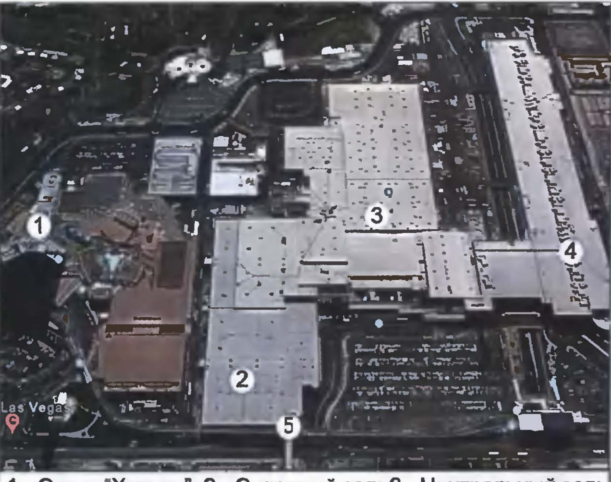


CES 2008: ЦИФРОВЫЕ РЕАЛИИ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ

В. МЕРКУЛОВ, г. Москва

Заглянем в историю. Международная выставка потребительской электроники CES (Consumer Electronics Show) впервые состоялась в 1967 г. в Нью-Йорке. В прошлом году прославляли 40-летие мероприятия, в текущем — 30-ю годовщину проведения этих электронных шоу в Лас-Вегасе. На первой демонстрации достижений современной для того времени электроники показали себя 110 предприятий и фирм, ее посмотрели 17 500 посетителей. Некоторые (14) из именитых участников давней экспозиции присутствовали и на последнем сборе: HITACHI, LG, MOTOROLA, PANASONIC (MATSUSHITA), PHILIPS, SANYO, SHARP, SONY, THOMSON, TOSHIBA и др.

Немного статистики. Организует и проводит выставки CES известная и крупнейшая в США ассоциация потребительской электроники CEA (Consumer Electronics Association) [1]. При создании в 1924 г. ее называли RMA (Radio Manufacturers Association) — ассоциация производителей радиоаппаратуры. Издававшаяся ежедневно газета "Twice CES News" (TCN) сообщила, что сегодня CEA объединяет около 2200 в основном американских компаний — поставщиков 90 % серийной бытовой продукции с суммарным оборотом в 148 млрд долл. США в 2007 г. Газета привела сведения об объемах продаж (в процентах) основных потребительских товаров (без учета средств мобильной и проводной телефонии и компьютерной техники): ЖК телевизоры — 35, цифровые фотоаппараты и аксессуары к ним — 12, автомобильная электроника — 12, устройства MP3 — 7, техника компьютерных игр — 7, Hi-Fi аппаратура — 6, плазменные телевизоры и панели — 5, плейеры и рекордеры DVD — 5, видеокамеры (камкодеры) — 3, телеприемники с ЭЛТ — 2, проекционные телевизоры — 2, остальное — 4. Отметим, что похожее распределение наблюдается и в европейских государствах. В нашей стране оно иное, велик еще объем продаж телевизоров с ЭЛТ.



1 - Отель "Хилтон"; 2 - Северный зал; 3 - Центральный зал; 4 - Южный зал; 5 - Монорельсовая дорога.

Рис. 1



Рис. 2

Любая выставка гордится публичным представлением новейших проектов и огромным потребительским интересом к ним. С этой точки зрения CES есть о чем вспомнить: 1970 г. — кассетный видеомагнитофон, 1974 г. — большой лазерный диск, 1981 г. — камкордер (видеокамера) и CD-плейер, 1990 г. — цифровые спутниковое телевидение и радиовещание, 1996 г. — цифровой универсальный видеодиск DVD, 1998 г. — телевидение высокой четкости (ТВЧ), 1999 г. — жесткий магнитный диск Microdrive, 2000 г. — цифровое наземное радио, 2001 г. — плазменные телевизоры, 2003 г. — видеодиски высокого разрешения (Blu-Ray, HD-DVD), 2005 г. — интернет-телевидение, 2006 г. — мобильное телевидение, 2007 г. — сверхтонкие ЖК и плазменные телеэкраны.

11-я генерация в цифровое будущее. Электронное шоу CES-2008 проходило в Лас-Вегасе с 7-го по 10 января. Участвовать в нем пожелали 2700 собственных американских компаний и зарегистрированных в США отделений известных азиатских и европейских производителей. Стенды и мероприятия CES посетили около 140 тыс. специалистов, пользователей и любителей техники, в том числе более 10 тыс. аккредитованных журналистов. Миллионы людей получали сведения о выставке по электронным сетям. Через поисковую систему GOOGLE в Интернете, например, прошло уже более 100 млн запросов по информации о последней CES и экспозициям прошлых лет.

Газета TCN также утверждала, что число представленных на стендах экспонатов превысило 20 000. Группировались они по заранее обозначенным темам: 1) телевидение, 2) акустическая техника, 3) электроника в автомобиле, 4) электронный домашний театр, 5) медиатехника (фотоаппаратура, компьютерные игры, MP3), 6) Интернет, 7) беспроводные соединения, 8) энергосберегающие технологии. Как и в прошлые годы, широко были представлены экспонатами первые три направления. Под автомобильную электронику вместе с самими автомобилями выделили отдельный "Северный" павильон. Акустические излучатели территориально обособили — поместили в многочисленные номера на четырех этажах (29, 30, 34, 35-м) отеля "Венеция". Вид на павильоны и залы выставки с высоты 630 м представлен на **рис. 1** (из ресурса "Google maps"). На **рис. 2** показано одно из помещений "Центрального" зала, отведенное под телевизионные экраны.

На церемонии открытия CES 2008 в 11-й раз с речью выступил председа-

тель правления MICROSOFT Б. Гейтс. Присутствующим был дан своеобразный отчет о завершении первого десятилетия цифровизации электронной аппаратуры, начавшегося, по его мнению, в 1998 г. За прошедшие годы повсеместное распространение получили персональные компьютеры и мобильные телефоны (и тех, и других продано более, чем по миллиарду единиц). Около 250 млн пользователей подключены к широкополосному Интернету. Претерпели изменения методы и средства записи, воспроизведения и хранения музыкальной информации и фотографий.

Перешедшая из одного тысячелетия в другое первая декада лет оказалась чрезвычайно плодотворной. "Ничто не мешает нам с еще большим ускорением перемещаться во втором цифровом десятилетии". Предполагается, что уже в ближайшем будущем, благодаря планшетным и сенсорным экранам, речевому взаимодействию, наладится более простое интуитивно понятное управление техническими устройствами, в том числе, например, и в автомобиле. Продолжится совершенствование программирования.

Одновременно Гейтс сообщил, что новая программа "Microsoft Windows Vista" получила прописку уже в более чем 100 млн компьютерах. Еще Гейтс объявил о сложении с себя полномочий руководителя MICROSOFT в июле 2008 г. и уходе на спокойную работу — благотворительную деятельность.

Телевидение. Как и на других аналогичных выставках, японские разработчики и производители телевизионной техники были представлены наиболее широко.

Дочерний филиал японской корпорации MATSUSHITA — американская компания PANASONIC AVC Networks демонстрировала самую большую в мире телевизионную панель ТВЧ (**рис. 3**), имеющую размер экрана 381 см (150") по диагонали с разрешением 2160×4096 пикселей (пкс) и фронтальными размерами 2×3,5 м. Компания планирует начать продажу плазменного "монстра" через год. Попутно скажем, что в сравнении с ЖК плазменная технология пока выигрывает в динамическом диапазоне контрастности, естественности цветопередачи, менее видимой "на глаз" технологичности (пиксельности) изображения. Вместе с тем она мало пригодна для экранов и дисплеев небольших размеров (уменьшение размеров пикселя ухудшает яркость его свечения), недостаточно экономична по энергопотреблению и др.

Еще филиал PANASONIC выставил предназначенную пока для потребительского рынка США линейку Viera PZ850. Это — серийно выпускаемые телевизоры ТВЧ с диагоналями экранов 165 (65"), 147 (58"), 127 (50"), 117 (46") см, соединяемые с сетью Интернет напрямую, без вычислительных средств. Для взаимодействия с внешними устройствами медиа- и оргтехники телевизоры оснащены четырьмя интерфейсами HDMI и универсальным кард-ридером для карт памяти (КП) SD/MS/MMC.

Напомним, что история компании MATSUSHITA началась в 1918 г. 80 лет назад ее назвали по фамилии основателя К. Мацушита (Konosuke Matsushita).



Рис. 3

SA. Оборот компании за последний финансовый год достиг 76,02 млрд долл. США. На CES президент корпорации Ф. Охцубо заявил об изменении с 1 октября 2008 г. ее названия на PANASONIC, повсеместно более узнаваемое.

Американское отделение другой японской многопрофильной корпорации MITSUBISHI показало на CES опытные образцы лазерных телевизоров LAZRTV. Впервые публично свое видение концепции LAZRTV в 2006 г. изложила американская компания NOVALUX, расположенная в знаменитой "Силиконовой долине" (штат Калифорния) и известная своими исследованиями в лазерной оптоэлектронике. Воплощение идеи происходило в лабораториях MITSUBISHI на финансовые средства, привлеченные австралийской компанией ARASOR.

Аппарат LAZRTV функционирует как проекционный. В его основе лежит использование электронной матрицы DMD (Digital Micromirror Device) с микрозеркальной оптикой, разработанной в американском объединении



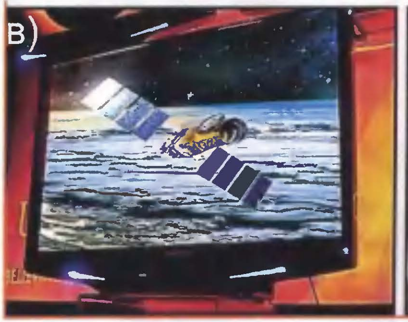


Рис. 4

В настоящее время штаб-квартира и часть производства одной из крупнейших корпораций находятся в японском городе Кадома (префектура Осака). В сообщество входят 638 разбросанных по миру больших и малых предприятий (более 334 тыс. человек), выпускающих продукцию под брендами: PANASONIC, NATIONAL, QUASAR, TECHNICS, RAMO-

TEXAS INSTRUMENTS. Похоже работают появившиеся более пяти лет назад телевизоры, реализующие технологию DLP (Digital Light Processing) [2]. В микрочипе DMD (**рис. 4**,а) сотни тысяч квадратных подвижных (16×16 мкм) алюминиевых элементов отклоняются электростатическим полем по командам микропроцессора. Согласно техни-

ческому пресс-релизу MITSUBISHI в LAZRTV, лазерные лучи красного, зеленого и синего цветов направляются прямо на матрицу DMD (рис. 4,б). Промодулированный сигналом изображения отраженный от нее суммарный световой поток проходит через короткофокусную линзу и попадает на экран размером 165 см (65") по диагонали.

Специалисты заявляют, что применение лазерных монохромных излучателей нанометрового диапазона волн взамен ртутных ламп, обычно используемых в проекционной технике, позволяет в два раза улучшить цветопередачу телевизионной "картинки". По качеству изображения LAZRTV одинаково превосходит ЖК и плазменные панели (в том числе относящиеся к ТВЧ), которые способны на воспроизведение не более 40 % видимой человеческим глазом гаммы цветов.

Другие преимущества LAZRTV, в сравнении с конкурентами, заключаются в пониженном на 25 % потреблении электроэнергии от сети, почти в два раза меньшей массе, продолжительности жизненного цикла до 50 000 ч, малой деградации технических характеристик при длительной эксплуатации. Лазерный телевизор безопасен для зрения. Со стороны экрана он выглядит как обычно (рис. 4,в) при толщине 23 см (рис. 4,г).

Американскому отделению MITSUBISHI принадлежит 75 % мирового выпуска лазерной продукции. Началась подготовка к серийному производству проекционных LAZRTV, завершить ее планируют в конце текущего года. Выпускать лазерные телевизоры с диагональю экрана 304 см (120") по аналогичной технологии предполагает также китайская фирма SYCO.

Широко известная японская компания SONY отметилась на CES показом "группировки" уже продающихся в США телевизоров модели XEL-1 с размером 28 см (11") экрана по диагонали из OLED (Organic Light-Emitting Diode) — органических светоизлучающих диодов (**рис. 5**). Разрешение у аппарата — 1024×600 пкс, контрастность — 1000 000:1. Толщина (с выступами) — 5 мм, масса — 2 кг. Электроника приемной части и блок питания находятся в подставке.

Был показан также опытный образец с размером экрана 68,5 см (27") по диагонали OLED-телевизора с разрешением 1920×1080 пкс при толщине также не более 5 мм. Время наработки изделий на отказ объявили равным 30 000 ч.

В 1998 г. американский филиал фирмы KODAK в Японии и японская SANYO предъявили миру полноцветные матрицы из органических диодов, сравнимые по характеристикам с ЖК панелями (LCD — Liquid Crystal Display). За прошедшие десять лет с OLED-экранами были выпущены десятки моделей мобильных телефонов, фотоаппаратов, плейеров MP3, мультимедиа (аудио/видео) устройств. В Лас-Вегасе OLED-телевизионные экраны впервые показали на выставке CES-2007. Несколько компаний Европы и Азии планируют в 2008 г. приступить к серийному производству OLED-телевизоров с размерами экрана по диагонали 35 (14"), 76 (30"), 102 (40") см.

Предшественниками органических (полимерных) полупроводников OLED послужили светоизлучающие диоды LED на основе арсенидов галлия, германия, кремния. В каждой ячейке OLED (**рис. 6**,а) толщиной 100...500 нанометров (примерно в 200 раз тоньше человеческого волоса) полимерный эмиссионный слой 2 помещен между тонкопленочными проводящими слоем 1 и полимерным 3. На анод 1 и катод 4 подают напряжение 3...16 В. Явление электролюминесценции возникает в результате рекомбинации электронов эмиссионного слоя и "дырок" проводникового слоя (замещения "дырками" смещающихся электронов). Яркие, хорошо прорабатывающие полутона и естественно воспроизводящие динамичные сцены OLED-дисплеи управляются активными TFT (Thin Film Transistor) — матрицами с сотнями



Рис. 5

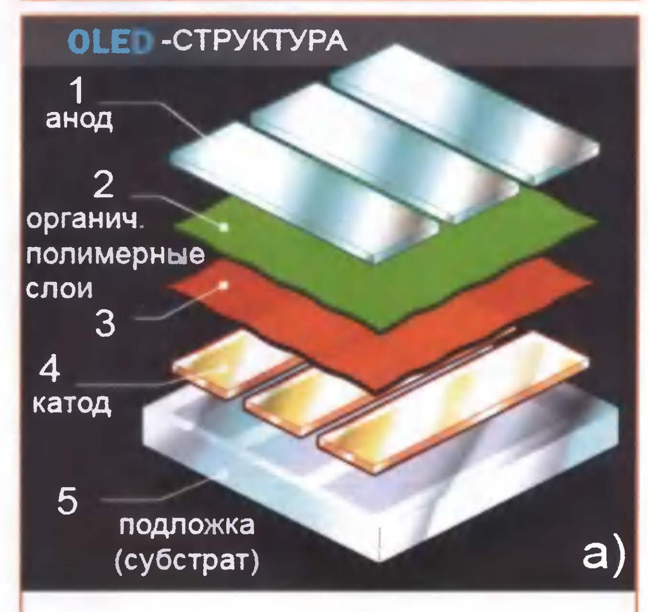




Рис. 6





Рис. 7

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-83-05

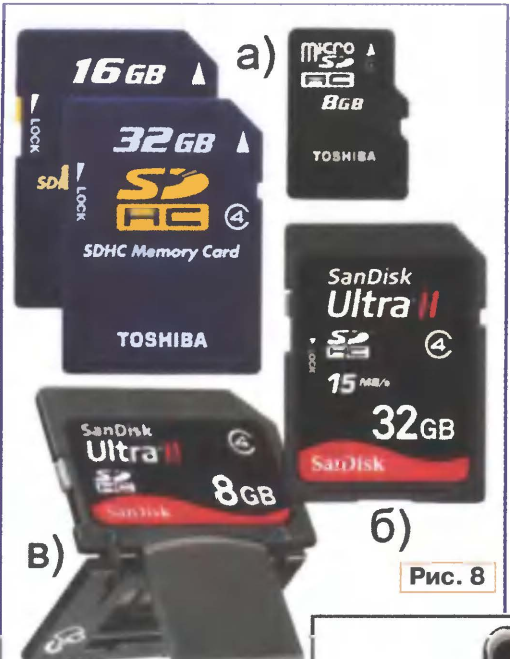


Рис. 8

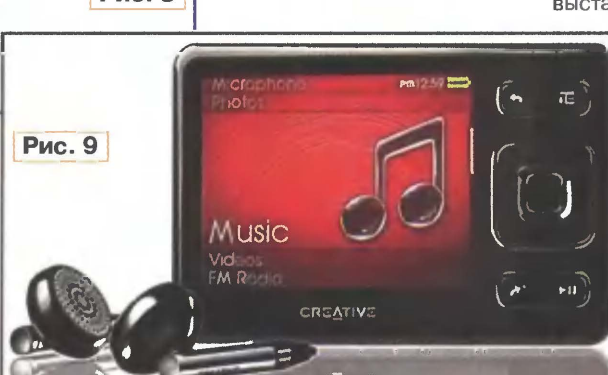
см/42") с "iV-карманами" (Information Video) для подключения сменного HDD (**рис. 7**,а), называемого iVDR-S (Information Versatile Disk for Removable usage-Secure), емкостью 160 ГБ. Устройства принимают и записывают как обычные телепередачи, так и ТВЧ. По сути, эти "видеодвойки" реализуют известную концепцию совмещения телевизора с видеомагнитофоном, но на более высоком техническом уровне. Для подключения HDD на корпусе телевизоров предусмотрен компьютерный интерфейс Serial-ATA (Advanced Technology Attachment). Помимо iVDR-S (рис. 7,б) с габаритами 110×80×12,7 мм и диаметром жесткого диска 8,89 мм (3,5"), для других устройств выпускают картриджи iVDR-S

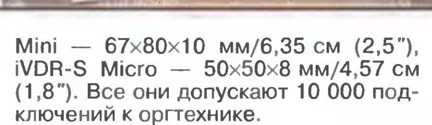
никшая в последние два года такая "лихорадка" носит не столько практический, сколько рекламный характер. Предполагается, что сообщения об этих "новинках" мобилизуют рядового пользователя или любителя техники в пользу той или иной компании при очередном посещении ими магазинов электроники.

Отметим, что на протяжении веков люди с удовольствием смотрели на картины, заключенные в широкие рамки, сравнимые к тому же по толщине с корпусами в 10...12 см продающихся современных LCD и плазменных телевизоров. И они не видели необходимости в сокращении доли окантовки с целью мнимого улучшения восприятия изображенных на полотнах сюжетов.

Японское объединение TOSHIBA также показало LCD-телевизор ТВЧ с диагональю экрана 102 см (40") и толщиной 2,3 см. Изделие воспроизводило натуральные цвета изображения и приемлемый черный цвет. Вдобавок фирма выставила новую карту памяти SDHC (Secure Digital High Capacity) объемом 32 ГБ (по габаритам такую же, как КП SD) со скоростью чтения 6 Мбит/с, а также менее емкие КП 16 и 8 ГБ (**рис. 8**,а). Аналогичные электронные КП представила и упомянутая выше компания MATSUSHITA (PANASONIC).

Американское предприятие SANDISK свои КП SDHC стандартного формата с большей скоростью чтения (15 Мбит/с) помечает надписью Ultra II (рис. 8,б). В дополнение к ним оно выпускает КП объемом 32, 16, 8 ГБ с коннектором USB — Universal Serial Bus (рис. 8,в).




Рис. 9

тысяч и миллионами элементов передачи изображения (рис. 6,б).

К преимуществам OLED-дисплеев, в сравнении с LCD, относят большую яркость, быстроту переключения элементов экрана (время отклика — менее 10 мс), широкое поле видения изображения (вплоть до 170 градусов), экономичность в энергопотреблении (благодаря отсутствию ламп задней подсветки), эластичность (возможность скручивания до диаметра 1...5 см), малые толщину и массу, невысокую стоимость производства больших панелей.

С появлением в обращении малоформатных жестких магнитных дисков HDD (Hard Disk Drive) компании-разработчики стали предлагать модели аппаратуры с собственными и сменными HDD. В 2003 г. германская компания LOEWE начала серийно выпускать LCD-телевизор с размером экрана 94 см (37") по диагонали со встроенным HDD на 120 ГБ. В 2007 г. предприятие модернизировало аппарат, повысив разрешение до уровня ТВЧ (1920×1080 пкс) и увеличив объем памяти HDD до 160 ГБ [3]. HDD-рекордер телевизора способен по заданной программе записать около 125 ч передач недельной сетки вещания с качеством DVD. Кроме того, он позволяет контролировать полностью или частично любую записанную часть во время самой записи без остановки ее функции. На практике это означает, что зритель в течение телевизионной передачи может, например, отвлечься на разговор по телефону и продолжить просмотр ее с момента стоп-кадра.

Японская корпорация HITACHI показала "видеозаписывающие телевизоры" L37-X01 (94 см/37"), P42-HV01 (107 см/42")

Mini — 67×80×10 мм/6,35 см (2,5"), iVDR-S Micro — 50×50×8 мм/4,57 см (1,8"). Все они допускают 10 000 подключений к оргтехнике.

Еще HITACHI демонстрировала линейку ультратонких, толщиной 3,81 см (1,5"), LCD-телевизоров с диагоналями экранов 107 (42"), 94 (37"), 81 (32") см. Рядом находился такой же толщины собственного изготовления плазменный аппарат с диагональю экрана 127 см (50"). К 2009 г. корпорация обещает довести до 1,9 см толщину экранов LCD-телевизоров.

Сообщим, что объединение SHARP из Японии представило на CES аналогичную линейку LCD-телевизоров с такими же диагоналями экранов, как у HITACHI, но толщиной 3,43 см (1,35"), а также супертонкую (2 см) LCD-модель с диагональю экрана 132 см (52").

Ряд других компаний из Японии и Южной Кореи также демонстрировали очень тонкие телевизоры. Стремление к "утонченности" перекинулось и на наружное обрамление. Несколько фирм из Европы и Азии представили рядовые по техническим характеристикам изделия, однако отличающиеся узкими рамками. Изменение внешнего вида коснулось и окраски рамок. Вместо традиционно черного лака предлагают бежевые или коричневые тона, под "слоновую кость", "дерево" и др. Однако воз-

Сингапурская компания CREATIVE, используя КП SDHC 32 ГБ, начала производить карманный медиаплейер "ZEN" (**рис. 9**) с диагональю экрана 6,35 см (2,5"). Устройство способно хранить и воспроизводить 16 000 аудиофайлов, 2200 видеоклипов (или примерно 60 кинофильмов), 10 000 фотографий. Оно оснащено диктофоном и радиоприемником УКВ (FM). Габариты — 83×55×11,3 мм, масса — 65 г. Рассчитано на 25 ч работы в режиме видео и на 5 ч в режиме аудио.

Нельзя не сказать о сетевых услугах. В США прокладкой обширных волоконно-оптических сетей (ВОС) занялись раньше, чем в Европе. Сегодня миллионы квартир (75 % населения) имеют доступ к IPTV (Internet Protocol Television), т. е. к просмотру без рекламы сотен телевизионных каналов, в том числе качества ТВЧ. Это позволяет получать видеоинформацию в реальном времени и видеосервис по запросу (Vod — Video on Demand). При этом пользователь может, как при воспроизведении фильма в магнитофоне, включить паузу, ускоренный просмотр, перемотки вперед/назад и др.

В США, европейских и азиатских странах, в том числе в крупных городах России, под распространяемым по скоростным сетям спектром услуг "три в одном" (Triple Play — TP) имеется в виду предоставление не только IPTV, но и собственно Интернета и телефонии [4].

Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18 РАДИО № 6, 2008

В параллель с развитой инфраструктурой ВОС в США и странах Европы по эфиру передают спутниковый ТР-сервис, и он находит спрос. В России отдельные малые предприятия также предоставляют орбитальный ТР-пакет услуг как в больших городах, так и отдаленных населенных пунктах и сельской местности.

Радиовещание. Применительно к радиовещанию выражение "три в одном" в ТР-сервисе не совсем точно. Если иметь в виду еще сопутствующее ему интернет-радио, то правильнее будет "четыре в одном".



Рис. 10

Сетевое радио, известное еще как "web-radio", "net-radio", "streaming radio", "e-radio", зародилось в 1993 г. благодаря инициативам американца Карла Маламуда (рожд. 1959 г., **рис. 10**) — председателя правления INTERNET SOFTWARE Consortium — консорциума по программированию передачи данных в Интернете. Он стал основателем INTERNET MULTICASTING SERVICE — некоммерческой организации Интернет мультивещания (передачи данных из одной точки нескольким выделенным компьютерам сети в отличие от широковещательного "broadcasting"—режима, при котором информация рассылается одновременно на все узлы) и создателем первой интернет-радиостанции "Internet Talk Radio", начавшей с еженедельных трансляций интервью с компьютерными экспертами. 7 ноября 1994 г. радиостанция WXYC (филиал FM CHAPEL HILL на волне 88,3 МГц) стала первой станцией, объявившей передачи в Интернете.

В феврале 1995 г. другой американец Н. Хаггер начал передачи первой специализированной под Интернет станции из лаборатории "Hajjar/Kaufman (HK) New Media", находящейся в г. Марина дел Рэй, вблизи Лос-Анжелеса (штат Калифорния). С августа этого же года начались регулярные передачи других аналогичных станций Web-радио.

Сейчас в США интернет-радиостанций больше, чем, например, во всех странах Европы вместе взятых. На **рис. 11** показана программная заставка на экране компьютера.

В России первенство работы в Интернете с марта 1996 г. принадлежит УКВ — радиостанции "Радио 101". Вслед за ней к интернет-вещанию присоединились и другие московские радиостанции. Предполагается, что сейчас в стране из общего числа слушателей радио 2...3 % относятся к пользователям Интернета.

Известная японская компания OLYMPUS присутствовала на CES не только с характерными для нее многочисленными образцами фото- и видеотехники, но еще и с цифровым радиоприемником "Radio server Vj-10", имеющим встроенный HDD на 37 ГБ (**рис. 12**). Устройство рассчитано на диапазоны ДВ/СВ/КВ/УКВ, оснащено LCD-дисплеем с диагональю 9,9 см (3,9"), способно записать около 2500 ч музыкальных и речевых программ со скоростью 32...128 кбит/с, имеет USB-порт для подключения к ресурсам интернет-радио через компьютер и к другим цифровым источникам (формата MP3, WMA). Оно помогает изучать английский язык благодаря заранее помещенному на HDD учебному курсу. Масса устройства — 640 г.

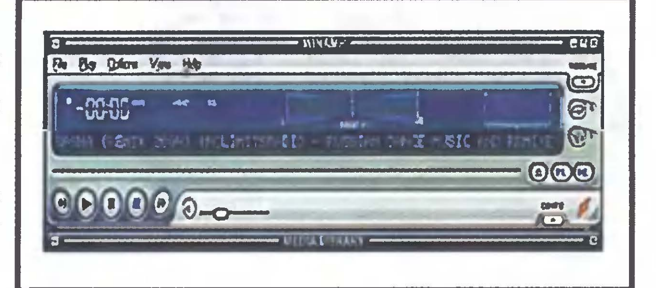


Рис. 11



Рис. 12

Нанотехнологии. В распространяемых на выставке научно-технических журналах сообщалось об интересной разработке в лабораториях американского Университета штата Иллинойс (г. Нормал-Блумингтон) и известной крупной организации NORTHROP GRUMMAN Corp electronics system (со штаб-квартирой вблизи г. Балтимор штата Мэриленд). Это — метод поверхностного напыления в один слой тысяч углеродных нанотрубок на подложки из кварцевых пластин. Слой подвергают известной в микроэлектронике обработке с целью формирования в нем транзисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, резисторов и других элементов. Таким способом, например, был создан аналоговый супергетеродинный приемник с заданными техническими характеристиками и выходом на головные телефоны. При тестировании наноприемника в диапазоне СВ были прослушаны речевые сообщения о дорожном движении в окрестностях Балтимора. Работа показала возможности нанотехнологий на примере применения углеродных нанотрубок в устройстве с широкой номенклатурой элементов. Приемники возможно выпускать встроенными в сложные системы и отдельно в зависимости от спроса. Еще об одном разработанном в США радиоприемнике молекулярного размера можно прочитать в [5].

Сообщим, что согласно американской программе — "Национальная нанотехнологическая инициатива" к наномасштабным относятся "материалы и конструкции, отличающиеся структурными особенностями в области 1...100 нм, не объясняемые известными теориями и методами, не специализированные под сокращение габаритов уже эксплуатируемых устройств, однако, по существу, приводящие к изменению всего научно-технического многообразия — от компьютеров в микроэлектронике, вакцин в медицине, до автомобильных шин в машиностроении и др." Отметим, что в США в научных кругах известна поговорка: "был бы хороший продукт, спрос на него получится". В стране организован процесс быстрой передачи инновационных проектов в производство и далее к потребителю.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Меркулов В.** CES-2004 в Лас-Вегасе. — Радио, 2004, № 6, с. 7—9; № 7, с. 7—9.

2. **Меркулов В.** "Hi-Fi Show 2003 & home theatre" в Москве. — Радио, 2003, № 9, с. 7, 8.

3. Это интересно. Многофункциональный телевизор. — Радио, 2007, № 9, с. 4.

4. **Голышко А.** Четыре куплета о доступе. — Радио, 2007, № 11, с. 73—76.

5. **Голышко А.** Шаги в будущее. Шаг 3: смена инструментария. — Радио, 2008, № 4, с. 58—60.

(Окончание следует)

Редактор — А. Михайлов, иллюстрации предоставлены автором

Как выбрать динамическую головку для высококачественной АС

Д. ГОРШЕНИН, г. Москва

Настоящую статью можно рассматривать как обобщение опыта выбора головки для самостоятельного изготовления высококачественной АС. В ней кратко рассматриваются основные виды искажений, возникающих в динамических головках, а также некоторые современные технологии, используемые производителями для их снижения. Кроме того, отдельно рассмотрен вопрос снижения искажений в головках при увеличении выходного сопротивления усилителя и приведен простой способ, позволяющий без акустических измерений оценить целесообразность применения этого метода для конкретного экземпляра головки.

Фактически автором выполнен обзор динамических головок для самодельщиков, что позволяет любителю-конструктору увереннее ориентироваться на рынке. Внимание к НЧ—СЧ головкам обусловлено важнейшей ролью этих электроакустических преобразователей в обеспечении высокого качества воспроизведения: в их частотном диапазоне чувствительность слуха достаточно высока, а музыкальная информация наиболее содержательна.

Нелинейные искажения в тракте звуковоспроизведения

Те из читателей журнала, кто интересуется вопросами высококачественного звуковоспроизведения, знают, что и сейчас самым слабым звеном любого аудиотракта остаются акустические системы (АС). Линейные и нелинейные (гармонические и интермодуляционные) искажения, создаваемые даже очень качественными и дорогими АС, значительно, в десятки, а часто и сотни раз, превосходят искажения усилителей и источников сигнала одинаковой с ними ценовой категории. Чтобы показать, насколько велик количественный разрыв в величинах нелинейных искажений УМЗЧ и громкоговорителя, на **рис. 1, 2** приведены спектры электрического и акустического сигналов, полученных при тестировании аудиотракта средней ценовой категории многотональным испытательным сигналом. Красным цветом на обоих графиках показан спектр акустического давления, голубым — спектр напряжения на выходе усилителя мощности. На рис. 1 мощность подводимого к АС электрического сигнала равна 100 мВт, а на рис. 2 — 4 Вт. Амплитуды первых гармоник составляющих обоих спектров полезного сигнала — акустического и электрического — уравнены. Это позволяет наглядно сравнить уровни искажений в усилителе и АС. На графиках видно, что относительный уровень любой из компонент нелинейных или интермодуляционных искажений в УМЗЧ во много раз меньше, чем уровень соответствующей акустической компоненты. При увеличении подводимой к АС мощности этот разрыв только возрастает.

Поскольку в дальнейшем будут приводиться результаты и других проведенных автором измерений, то необходимо указать состав тракта.

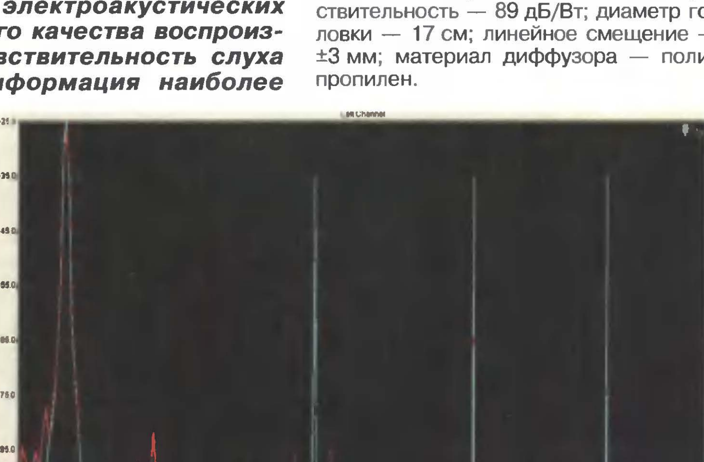


Рис. 1

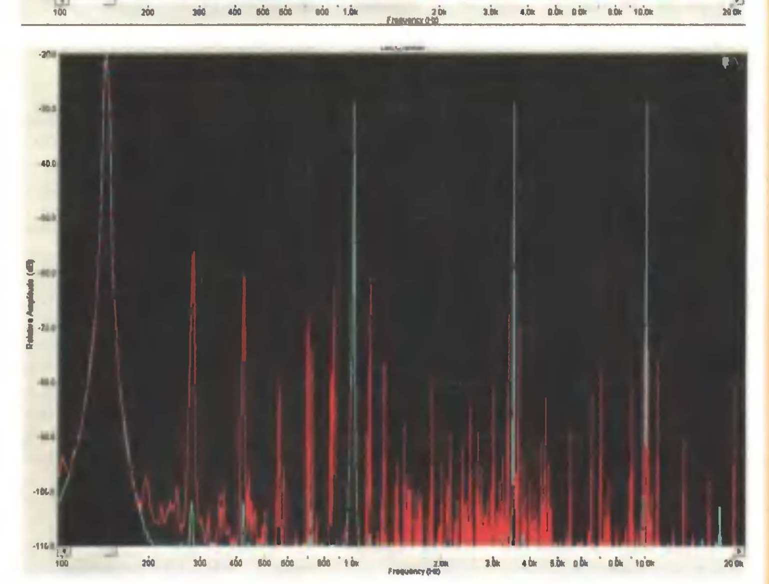


Рис. 2

В качестве источника сигнала и анализатора спектра использован компьютер, через цифровой (SPDIF) аудиовыход которого испытательные сигналы подавались на аудиовидеоресивер Yamaha RX-V657. Ресивер использовался и как ЦАП, и как усилитель мощности.

Оцифровка измеряемых сигналов производилась профессиональной внешней звуковой картой E-MU 0404, соединенной с компьютером по интерфейсу USB.

Акустическая система (громкоговоритель) — самодельная, ее основные характеристики следующие: акустическое оформление — закрытый ящик; внутренний эффективный объем — 5,5 л; частотный диапазон — 100 Гц...20 кГц (±3 дБ); номинальное сопротивление — 8 Ом; число головок/полос — две; частота разделения полос (разделительные фильтры второго порядка) — 3,5 кГц.

Головки — обе производства норвежской фирмы SEAS. Характеристики НЧ—СЧ головки H602 (P17REX-P): номинальное сопротивление — 8 Ом; чувствительность — 89 дБ/Вт; диаметр головки — 17 см; линейное смещение — ±3 мм; материал диффузора — полипропилен.

Характеристики ВЧ головки H881 (27TFFC): номинальное сопротивление — 6 Ом; чувствительность — 91 дБ/Вт; диаметр диффузора — 27 мм; материал диффузора — ткань с пропиткой (Sonotex).

Обе головки — среднего качества с хорошим соотношением качество/цена, применяются различными изготовителями высококачественных АС, в том числе аудиофильских.

Параметры испытательного многотонального сигнала: частотные компоненты — 140 Гц (относительный уровень −15 дБ); 1 кГц (−25 дБ); 3,5 кГц (−25 дБ); 10 кГц (−25 дБ). Здесь уровень в децибелах означает эффективное значение напряжения по отношению к максимально возможному при синтезировании цифрового сигнала.

Акустический сигнал принимался измерительным микрофоном Behringer ECM8000, установленным на расстоянии 0,5 м от АС. Выходное напряжение усилителя снималось с резистивного делителя, включенного параллельно входу (с клемм) АС.

При сравнении спектров отлично видно, какая часть аудиотракта более всего нуждается в совершенствовании. Тот факт, что даже у весьма средних современных транзисторных усилителей искажения всех видов малы, а при выходной мощности порядка одного ватта очень малы, — ни для кого не новость. Это, правда, не мешает многочисленным аудиоизданиям, продвигающим новую продукцию на потребительский рынок, в каждом очередном тесте усилителей или ресиверов находить в их "звучании" существенные отличия. Что касается самостоятельного изготовления, то по понятным причинам всегда проще собрать очередной усилитель, чем сделать своими руками высококачественную АС. Однако также очевидно и то, что в последнем случае можно добиться значительно более существенного улучшения звучания системы в целом. Поэтому нет ничего удивительного, что среди зарубежных "самодельщиков" сборка АС очень популярна, а число посвященных этому форумов DIY (Do It Yourself — сделай сам) в Интернете огромно. Крупнейшие OEM-производители динамических головок до 20 % своих доходов получают от продажи головок радиолюбителям.

Самостоятельное изготовление высококачественной акустической системы — одно из немногих радиолюбительских увлечений, которое может реально принести не только моральное удовлетворение, но и существенную материальную экономию. По-настоящему высококачественные АС на сегодняшний день остаются самой дорогой частью аудиотракта, хотя доля установленных в них головок в общей стоимости АС, как правило, невелика, а в системах High End часто не превышает 10 %.

В то же время АС — это та часть аудиотракта, которая нуждается в наиболее частом обновлении, поскольку технологии, используемые при производстве головок, постоянно совершенствуются, а объективные параметры улучшаются, оставаясь тем не менее все еще очень далекими от идеала.

В представленном здесь обзоре современных динамических головок рассмотрены основные виды возникающих в электроакустических преобразователях искажений и способы их снижения в различных конструкциях, а также возможности уменьшения искажений в головках при увеличении выходного сопротивления усилителя. Предложен простой способ, позволяющий без акустических измерений оценить целесообразность применения этого метода для конкретного экземпляра головки.

Обзор НЧ—СЧ динамических головок. Параметры и конструкции

Всеобъемлющий обзор динамических головок занял бы слишком много места, поэтому решено было ограничиться рассмотрением только низко-, среднечастотных головок (далее по тексту для краткости НЧ—СЧ головки), что оправдано той важнейшей ролью, которую обычно играет это звено АС в обеспечении высокого качества воспроизведения. На него приходится самый большой частотный диапазон, включающий в себя полосу наивысшей чувствительности слуха; в этом же диапазоне находится больше всего музыкальной информации.

В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к НЧ—СЧ головкам, что обусловлено ростом популярности двухполосных АС, где они используются. Это, в свою очередь, стало следствием широкого распространения систем домашнего кинотеатра, в которых функция воспроизведения самых низких частот отдана сабвуферу. При воспроизведении стереофонограмм такая система трансформируется в "трифоник".

Следует отметить, что, в отличие от трехполосных, двухполосные АС требуют применения НЧ—СЧ головок очень высокого качества, иначе неизбежно возникновение больших интермодуляционных искажений. И даже применение двухполосной АС в составе трифоника не очень снижает планку требований — НЧ—СЧ головка должна полноценно воспроизводить низкие частоты хотя бы от 100 Гц, а лучше от 80 Гц, что в действительности оказывается довольно жестким требованием.

Обычно в качестве НЧ—СЧ излучателей используют головки диаметром от 10 до 18 см (4"—7"). К этой же категории относятся и некоторые двадцатисантиметровые головки (8"), но применяются они значительно реже из-за относительно узкой диаграммы направленности излучения и повышенной неравномерности АЧХ на средних частотах. Еще реже в качестве НЧ—СЧ звена высококачественных АС используют десятисантиметровые головки, поскольку в силу малой эффективной площади диффузора они не в состоянии обеспечить приемлемый уровень звукового давления даже на частоте 100 Гц. Тем не менее эти головки находят широкое применение в АС класса "life style", где приоритет за дизайном, а не качеством звучания.

Самыми же "ходовыми", безусловно, стали НЧ—СЧ головки диаметром 17...18 см (6,5"...7"). В них достигается компромисс между способностью воспроизведения "глубокого" баса и приемлемыми характеристиками на средних частотах. Неудивительно, что ассортимент высококачественных головок этого типоразмера особенно широк, а конкуренция среди производителей очень жесткая. Поэтому именно этим головкам уделено особое внимание. В статье рассматриваются главным образом головки, доступные для приобретения в России.

Производители головок крайне редко приводят в документации информацию о нелинейных искажениях, поэтому часто получить ее можно только с помощью самостоятельных измерений. Если же такой возможности нет, то радиолюбителю приходится судить о качестве головки по косвенным признакам, таким как конструкция, примененные материалы и т. д. Наконец, иногда удается разыскать результаты измерений, опубликованные другими радиолюбителями-энтузиастами, которым, к сожалению, не всегда можно доверять.

Информацию об АЧХ головки производители приводят в спецификациях всегда. Так уж сложилось, что многие радиолюбители считают эту характеристику головки основной. Для получения высокого качества звучания АС ее АЧХ действительно важна, но не стоит и переоценивать ее значимость. Какой бы идеальной ни была исходная АЧХ головки и той АС, в которой она установлена, в любом реальном помещении в точке размещения слушателя АЧХ будет очень мало похожа на исходную — значительно возрастет неравномерность и обязательно изменится тональный баланс. Тем не менее при выборе головки особое внимание следует обратить на отсутствие узких пиков на паспортной АЧХ в пределах предполагаемой рабочей полосы головки в будущей АС. При этом не стоит пренебрегать рекомендациями изготовителя, часто указывающего оптимальную рабочую полосу головки. Вышесказанное особенно важно для головок с металлическими диффузорами. На **рис. 3** показана паспортная АЧХ, а на **рис. 4** — паспортный график нелинейных искажений популярной High End головки E0017 (SEAS). Коммерческое название головки — W18EX001. Как видно из приведенных графиков, пикам на АЧХ этой головки соответствуют и пики нелинейных искажений. Применение такой головки в АС потребует ограничения ее рабочей полосы с помощью фильтра нижних частот высокого порядка или режекторного фильтра, иначе "металлической" окраски звука не избежать.

В данном обзоре E0017 и другие головки фирмы SEAS будут упоминаться чаще других по целому ряду вполне объективных причин.

Во-первых, продукция SEAS охватывает относительно широкий ценовой диапазон, и при сравнении головок разных ценовых категорий можно понять, за что платит потребитель, выбирая более дорогое изделие.

Во-вторых, спецификации головок этой фирмы содержат наибольшее количество необходимой информации,

РАДИО № 6, 2008 тел. 608-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

включая краткое перечисление примененных технологий.

В-третьих, это — графики нелинейных искажений для головок относительно дорогой линейки Excel, к которой относится вышеупомянутая E0017. И хотя в последние два года фирма SEAS обновила паспорта на головки, изъяв из них эту информацию, тем не менее интересующиеся графиками искажений радиолюбители еще смогут разыскать старые паспорта для серии Excel на сайтах многочисленных интернет-магазинов.

В-четвертых, что касается именно головки E0017, то ее можно использовать как своего рода эталон. Это объясняется не только тем, что она и близкие к ней по конструктивному исполнению головки из той же линейки часто используют в дорогих АС класса High End

предписывает делать и соответствующий отечественный стандарт (ГОСТ 16122—87). При этом головка установлена как бы в бесконечный экран. В этом случае получается наиболее плоская АЧХ на средних и низких частотах.

Однако так делают не все. Например, та же SEAS традиционно снимает АЧХ головок в условиях полностью свободного пространства (4π radiation), т. е. без акустической "поддержки" стены. Вместо этого головку устанавливают в стандартизованный закрытый ящик. Главный недостаток такого способа измерения — искажение реальной АЧХ головки дифракцией звуковых волн на корпусе измерительной АС. Важнейшее из дифракционных явлений, которое обязательно следует учитывать при анализе АЧХ, называют "baffle step".

водить еще и расчетные АЧХ для традиционной методики измерения.

Стоит заметить, что baffle step точно так же наблюдается при очень часто применяемом в домашних условиях импульсном методе измерения АЧХ АС, имитирующем условия измерений в свободном пространстве, поэтому часто на АЧХ головок, снятых радиолюбителями, также проявляется этот эффект. При размещении же АС в реальном жилом помещении, особенно у стены, baffle step практически не наблюдается.

Важнейшей причиной возникновения переходных искажений является накопление механической энергии диффузором головки, в результате чего головка продолжает излучать звук после снятия возбуждающего сигнала, ухудшая тем самым временное разрешение АС.

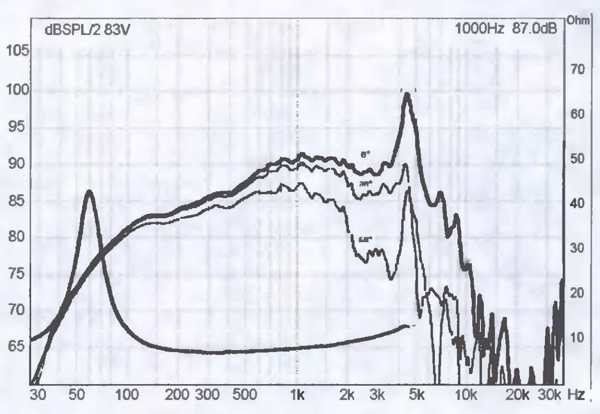


Рис. 3

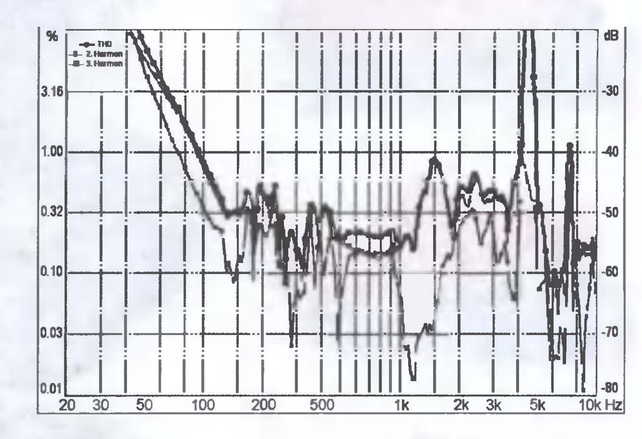


Рис. 4

(по частоте использования они уступают головкам датской компании SCAN SPEAK). Один из авторитетных специалистов в области электроакустики Зигфрид Линквиц (Siegfried Linkwitz) по результатам собственного теста НЧ—СЧ головок отдал предпочтение именно E0017, как имеющей минимальные (разумеется, в среднем для всего рабочего диапазона) линейные и нелинейные искажения [1].

Качество этой головки не вызывает сомнений, тем не менее именно на ее АЧХ имеется ряд особенностей, заслуживающих отдельного упоминания: ранний спад АЧХ на низких частотах и характерный для всех "металлических" головок (диффузор E0017 изготовлен из магния) острый резонансный пик в верхней части среднечастотного диапазона. Здесь он расположен в области частот, близкой к 4,3 кГц. Такие аномалии в килогерцовом диапазоне всегда сопровождаются очень большими линейными и нелинейными искажениями на "пиковых" частотах. Поэтому производитель рекомендует ограничивать рабочий диапазон головки, в данном случае — частотой 2,5 кГц.

Анализируя при выборе головки их паспортные АЧХ, необходимо учитывать, что производители измеряют АЧХ не одинаково, не всегда указывая как именно. Чаще всего измерения проводят в безэховой камере в условиях свободного полупространства (2π radiation). Так

Суть его состоит в двукратном "спаде" низких частот по отношению к средним на АЧХ, измеренной на оси АС в свободном пространстве. Происходит это из-за различной направленности излучения головки на разных участках частотного диапазона и обусловлено акустическим оформлением (боксом) измеряемой головки. Из-за отражения звука от передней панели бокса на средних частотах головка излучает звук только в переднюю полусферу (как и в случае измерений 2π radiation). В результате на этих частотах звуковое давление, измеряемое на оси АС, удваивается. На низких частотах длина звуковой волны оказывается больше размеров бокса и звук от него практически не отражается, а огибает (дифрагирует), излучаясь во все стороны с одинаковой интенсивностью (4π radiation). Поэтому удвоения звукового давления на оси головки на этих частотах не происходит. В результате в низкочастотной части измеренной АЧХ появляется дополнительный плавный спад на 6 дБ относительно средних частот, являющийся исключительной особенностью подобной методики измерения. Поэтому, в частности, АЧХ головок фирмы SEAS выглядят менее предпочтительно, чем у головок конкурентов, использующих более традиционную методику измерения.

С некоторых пор, под давлением потребителей, в спецификациях новых головок фирма SEAS все же стала при-

Вопрос накопления энергии подвижной системой головки на частоте основного (низкочастотного) резонанса достаточно хорошо известен даже начинающим радиолюбителям, и поэтому нет смысла на этом останавливаться. Однако накопление энергии в диффузоре происходит и на более высоких частотах — и особенно выше критической частоты, начиная с которой, нарушаются условия его поршневой работы, и в нем возникают собственные колебания и стоячие волны. При большой их амплитуде звук существенно ухудшается, приобретая специфическую окраску.

У головок с металлическими диффузорами, благодаря высокой скорости распространения звука в металле, критическая частота оказывается достаточно высокой, чтобы не попасть в рабочий диапазон головки. Но следует иметь в виду, что из-за низких механических потерь возникают значительные по амплитуде моды собственных колебаний диффузора даже при небольшом напряжении с частотой выше критической. И как следствие, в звуке появляются слышимые искажения. Поэтому проектирование фильтров для громкоговорителей с "металлическими" головками оказывается более сложной задачей. Разумеется, подобные трудности не пугают производителей АС, и головки с металлическими диффузорами широко используются. Есть фирмы, предпочитающие "металл"

тел. 608-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

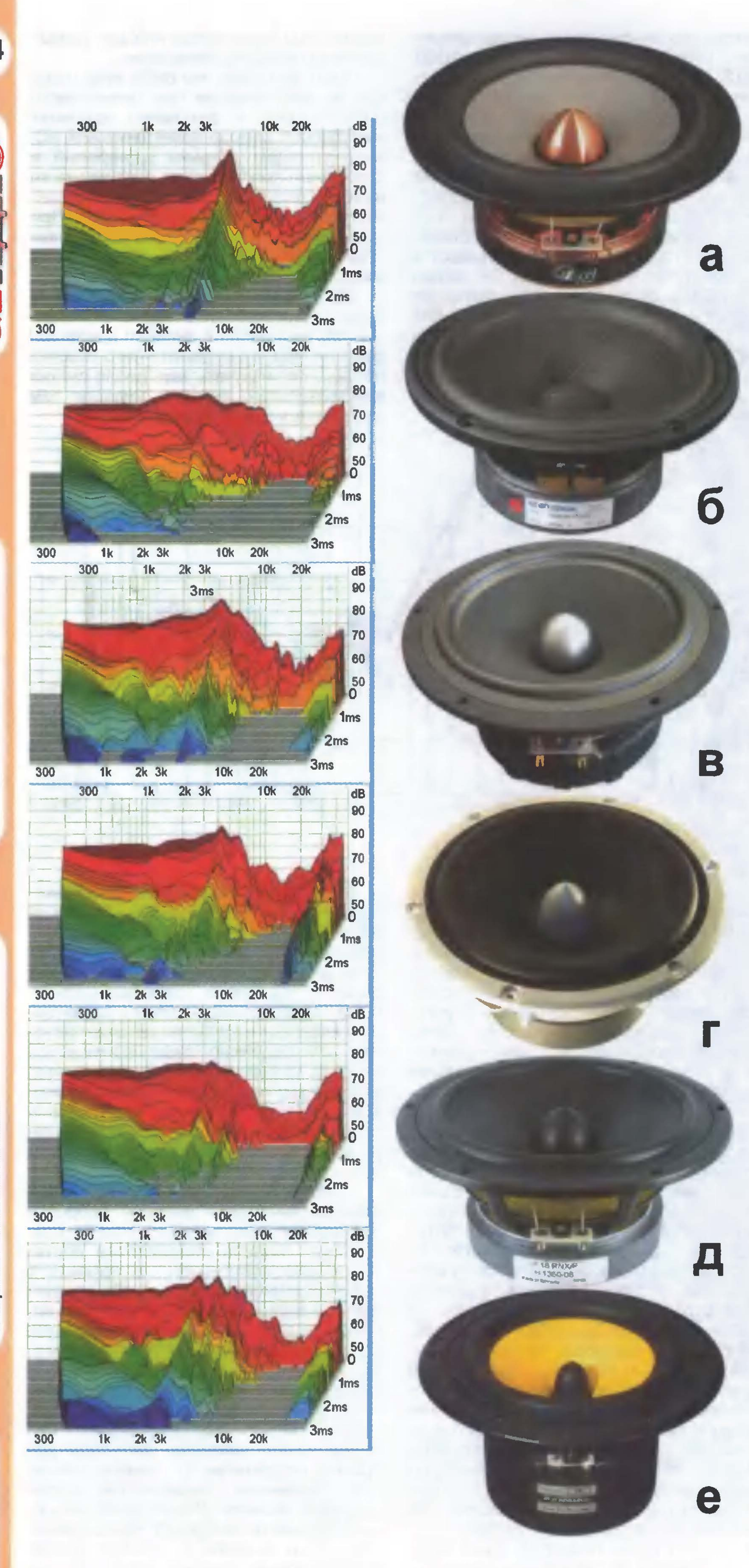


Рис. 5

другим материалам, — например, британская ACOUSTIC ENERGY. Компания JAMO в конце девяностых годов производила очень удачную линейку High End акустических систем Concert, где в качестве НЧ—СЧ звена использовались "магниевые" головки Excel (SEAS) предыдущего поколения, а АС Concert 8 из этой линейки стала лучшей акустической системой 97—98-х годов в Европе по версии EISA.

У головок с неметаллическими диффузорами — целлюлоза (обычно называемая просто бумагой), полипропилен, кевлар и др. — критическая частота всегда находится внутри их номинального частотного диапазона. Поэтому проблемы с линейными и нелинейными искажениями возникают, начиная уже с частот 500—1500 Гц (зависит от диаметра диффузора и материала). Для минимизации последствий влияния этого факта на звук разработчикам головок приходится создавать все новые и новые материалы для диффузоров и подвесов, применять различные пропитки, экспериментировать с формой диффузора и подвесов.

Для исследования линейных искажений головки обычно снимают кумулятивный спектр затухания (waterfall). При этом на головку подают короткий импульс и фиксируют затухание колебаний в рабочем частотном диапазоне. На **рис. 5** [2] показаны шесть кумулятивных спектров головок разных ценовых категорий от ведущих производителей: четыре верхних — для головок из линеек класса High End, два нижних — для недорогих. Сверху — вниз: E0017-W18EX001 (SEAS, Excel); 18W8531 (SCAN-SPEAK, Revelator); E0042-W18NX001 (SEAS, Excel); HDS180-830883 (PEERLESS, HDS Exclusive), H1350-P18RNX-P (SEAS, Prestige line), F6 (Hi-Vi). Рядом в том же порядке, что и графики, приведены фотографии самих головок.

Среди доступных российским радиолюбителям неметаллических головок лучше всего проблемы линейных искажений решены в динамиках компании SCAN-SPEAK: 18W8535, 18W8545, 18W8531 и аналогичных меньшего диаметра.

Первые две головки с нарочито неряшливыми диффузорами из бумаги (**рис. 6**), армированной графитовыми волокнами (иногда этот материал кратко называют "carbon"), были самыми популярными НЧ—СЧ головками класса High End еще несколько лет тому назад. И согласно измерениям, опубликованным З. Линквицем [1], вполне заслуженно.

Популярность их была настолько высокой, что у них появился клон. Тайваньская фирма USHER продает под своим брэндом практически идентичную головке 18W8545 по виду и близкую по параметрам головку 8945A. Интересно, что проведенные Дж. Крутке (John Krutke) [2] измерения показали, что головка 8945A и отличающаяся от нее наличием фазовыравнивающей заглушки головка 8945P (последняя модель уже не имеет прямого аналога) не только отличаются высоким качеством изготовления, но и

имеют очень хорошие параметры при более низкой, чем у прототипа, цене. Однако головки USHER в России доступны только в составе АС этой фирмы.

И все же наилучшие показатели по линейным искажениям среди продукции SCAN-SPEAK, а возможно, и вообще среди всех "неметаллических" головок демонстрирует линейка головок Revelator, к которой, в частности, относится 18W8531 (рис. 5,б). Ее диффузор изготовлен из бумаги с косыми ребрами жесткости (slit paper), полученными путем разрезания цельного диффузора с последующим его склеиванием. Это позволило минимизировать амплитуды мод собственных колебаний диффузора за пределами диапазона поршневой работы. Наиболее наглядно преимущества примененных конструктивных решений в плане минимизации линейных искажений видны из сравнения кумулятивных спектров затухания колебаний для 18W8531 и лучшей "бумажной" головки от ее главного конкурента SEAS E0042 (W18NX001). E0042 — одна из последних разработок фирмы. В ней используется пропитка диффузора Nextel в виде полимерной пленки (покрытия) на основе полиуретана, нанесенной на тыльную сторону бумажного диффузора. Спектр 18W8531 выглядит явно предпочтительнее. В менее дорогой ценовой нише внимания заслуживают также головки из линейки HDS Exclusive компании PEERLESS с диффузорами из смеси целлюлозы и волокон Nomex. Например, упомянутая выше HDS180 Exclusive (830883).


Рис. 6

В секторе недорогих изделий наиболее гладкие частотные характеристики (с минимальными выбросами в рабочей полосе и относительно гладким спадом АЧХ за ее пределами) имеют головки с диффузорами из полипропилена. Это позволяет применять очень простые разделительные фильтры. Однако среди аудиофилов сложилось предвзятое отношение к этому материалу. Считается, что полипропилен не годится для высококачественных головок; другое дело — кевлар, бумага или керамика. Причины такого мнения не вполне понятны. Полипропилен используют в своих головках многие именитые производители. Датская фирма DYNAUDIO, чьи акустические системы пользуются большой популярностью у аудиофилов и профессионалов, вообще предпочитает полипропилен всем остальным материалам. Правда, в те времена, когда головки этой фирмы еще можно было встретить в свободной продаже, цены на них нельзя было назвать доступными.

Благодаря высокой технологичности при очень умеренной цене полипропиленовые головки часто оказываются предпочтительнее бумажных или кевларовых из той же ценовой категории. Помимо DYNAUDIO, высококачественные полипропиленовые головки производят компании MOREL, PEERLESS (HDS PPB line). До недавнего времени полипропиленовые головки с хорошим соотношением качество—цена производила все та же SEAS. В качестве иллюстрации на рис. 5 показан кумулятивный спектр затухания полипропиленовой головки P18RNX-P (рис. 5,д). По гладкости АЧХ эта головка превосходит, а по скорости затухания паразитных колебаний в диффузоре как минимум не уступает лучшим образцам "бумажных" головок. К сожалению, приобрести полипропиленовые головки производства SEAS, например ту же P18RNX, невозможно. Согласно официальной версии, фирма в 2006 г. прекратила их выпуск из-за проблем с поставками полипропилена.

В качестве иллюстрации того факта, что "элитный" материал диффузора совсем не гарантирует высоких параметров, на том же рисунке показан кумулятивный спектр недорогой кевларовой головки Hi-Vi F6 (рис. 5,е). Его затухание оказалось самым затянутым в тесте, не вписавшись в трехмиллисекундное окно в широком диапазоне частот. Для получения высоких параметров недостаточно выбрать высококачественный материал для диффузора, очень важна технология изготовления. "Главный секрет отличия "хороших" по звучанию громкоговорителей от "плохих" заключается, прежде всего, в технологии их изготовления. Обычно любая фирма спокойно показывает сборочные цеха, но практически никогда не показывает (и не рассказывает) технологию изготовления диффузоров", — написала в одной из своих статей ведущий российский специалист по электроакустике профессор И. А. Алдошина.

Что касается головок с металлическими диффузорами, то тут вне конкуренции головки фирмы SEAS — с диффузорами из магния (Excel) в верхнем ценовом диапазоне и алюминия (Prestige line) в среднем.

Еще раз напомню, что речь идет о головках, доступных для приобретения в России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Distortion test of drivers. — <**http://www.linkwitzlab.com/mid_dist.htm**>.

2. 6.5" to 7" Driver Comparison. — <**http://www.zaphaudio.com/6.5test**>.

(Продолжение следует)

Редактор — А. Соколов, иллюстрации — автора

Измерение чувствительности радиоприемников с магнитной антенной

Д. АЛХИМОВ, г. Смоленск

Магнитные антенны широко применяются в радиоприемных устройствах для приема сигналов в ДВ, СВ и реже КВ диапазонах. Для измерения чувствительности в точке расположения антенны радиоприемника с помощью известной методики создают электромагнитное поле известной напряженности. В статье проведен анализ этой методики и приведены рекомендации по ее усовершенствованию.

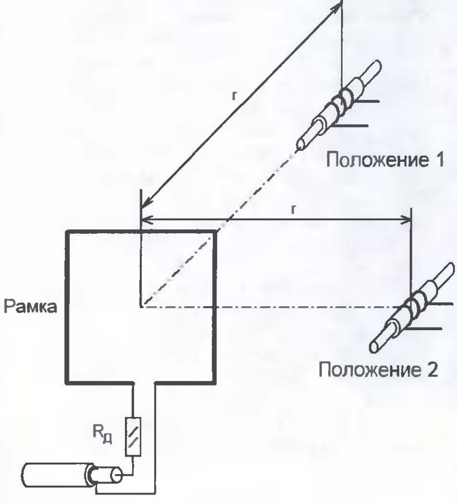
Чувствительность радиоприемника — такая величина входного сигнала, при которой на его выходе создается определенное отношение сигнал/шум. При измерении чувствительности по напряжению вход радиоприемника подключают к генератору сигналов через эквивалент антенны — электрическую цепь, имитирующую параметры внешней антенны. Для радиоприемников с магнитной антенной проводят измерения чувствительности по полю, но в технической литературе этому вопросу уделяется очень мало внимания. Обычно все сводится к ссылке на якобы хорошо известные методики [1—3], суть которых заключается в создании заданной напряженности магнитного поля с помощью рамки с током, подключенной к измерительному генератору. Изменяя сигнал генератора с учетом коэффициента преобразования рамки, находят напряженность поля, при которой выходной сигнал радиоприемника имеет требуемые параметры.

Ознакомление с источниками [1—3] показало, что имеется в виду одна и та же методика, в которой применена одновитковая рамка квадратной формы со стороной 380 мм, выполненная из медной трубки диаметром 3...5 мм. Ее через резистор сопротивлением 80 Ом подключают непосредственно к выходу генератора сигналов. Середину магнитной антенны радиоприемника располагают на расстоянии 1 м от центра рамки так, чтобы ось антенны была перпендикулярна плоскости рамки. При этом напряженность поля (мВ/м) в точке расположения магнитной антенны численно равна выходному напряжению генератора сигналов (мВ).

Применение этой методики при использовании современных генераторов ВЧ сигналов привело к удручающим результатам — измеренная чувствительность радиоприемников оказалась хуже ожидаемой примерно в десять раз. Более подробное изучение этой ситуации показало, что данная методика была разработана для случая использования генератора ГСС-6, в котором при отключении выносного аттенюатора выходной сигнал в десять раз больше показаний его аттенюатора (выносной аттенюатор имеет коэффициенты передачи 10, 1 и 0,1). Следовательно, напряжение на рамке оказывается в десять раз больше, а суммарный коэффициент преобразования сигнала генератора в электромагнитное поле равен 1 за счет того, что коэффициент преобразования измерительной рамки равен 0,1. Кроме того, выходное сопротивление генератора ГСС-6 в этом режиме равно 80 Ом, что и объясняет сопротивление добавочного резистора. Но современные генераторы ВЧ сигналов, как правило, имеют выходное сопротивление 50 Ом. Все это побудило заняться корректировкой известной методики проверки чувствительности приемников с магнитной антенной.

Начнем с самой магнитной рамки. Так называемая стандартная рамка состоит из одного витка квадратной формы со стороной 380 мм и применяется в диапазоне частот 0,15...1,6 МГц. Очевидно, что ее размеры много меньше длины волны λ, а расстояние от рамки до магнитной антенны больше ее размеров, поэтому в рабочем диапазоне частот она представляет собой элементарный магнитный излучатель.

Анализ поля элементарного магнитного излучателя [4] показывает, что на расстояниях $r<\lambda$ магнитное поле существует во всех направлениях от излучателя. Представляют интерес два направления (показаны на **рисунке**). Первое — перпендикулярное к плоскости рамки, при этом ось магнитной антенны должна быть направлена на центр рамки. Теоретически это направление в дальней зоне соответствует минимуму диаграммы направленности. Второе — в плоскости рамки, ось магнитной антенны при этом перпендикулярна ей. В дальней зоне это направление соответствует максимуму диаграммы направленности излучателя.



Используя выражения для напряженности магнитного поля по этим направлениям [4] и перейдя от магнитного момента вибратора к рамке с током [5], получим

$$H_1 = \frac{SI}{\lambda r^2}\sqrt{1+\left(\frac{\lambda}{2\pi r}\right)^2}\,; \quad (1)$$

$$H_2 = \frac{SI}{2\lambda r^2}\sqrt{1+\left(\frac{2\pi r}{\lambda}-\frac{\lambda}{2\pi r}\right)^2}\,, \quad (2)$$

где H_1, H_2 — напряженность магнитной составляющей поля в точках 1 и 2 (см. рисунок) соответственно; S — площадь рамки, $м^2$; I — ток в рамке, А; r — расстояние между центрами рамки и магнитной антенны, м; λ — длина волны сигнала, м.

Выражения (1), (2) позволяют рассчитать напряженность магнитного поля на любом расстоянии от рамки в двух направлениях. Можно показать, что при малых расстояниях ($r<<\lambda/2\pi$) они совпадают с выражениями для магнитного поля рамки с постоянным током. Но напряженность электромагнитного поля принято измерять по напряженности его электрической составляющей. В сформировавшемся электромагнитном поле существует строгая зависимость между напряженностью электрической и магнитной составляющих. Чтобы найти напряженность электрической составляющей поля, которая соответствует известной магнитной составляющей, необходимо выражения (1),(2) умножить на волновое сопротивление среды, для воздуха равное 120π. С учетом того, что на малых расстояниях $2\pi r<<\lambda$ эти выражения преобразуются:

$$E_1 = 60\frac{SI}{r^3}\,; \quad (3)$$

$$E_2 = 30\frac{SI}{r^3}\,, \quad (4)$$

где E_1, E_2 — напряженность электромагнитного поля в точках 1 и 2 (см. рисунок) соответственно.

Полученные выражения показывают, что напряженность электромагнитного поля вблизи рамки с током зависит от ее площади, значения тока, обратно пропорциональна кубу расстояния и не зависит от длины волны. При этом напряженность поля в первом направлении в два раза больше, чем во втором. Этим, в частности, объясняется тот факт, что в металлоискателях в большинстве случаев используется положение катушки, параллельное исследуемой поверхности.

Используя выражения (3), (4), можно рассчитать напряженность поля для рамки любых приемлемых размеров при известном токе и расстоянии. Однако удобнее связать напряженность поля с выходным сигналом генератора сигналов, к которому подключена рамка. Для задания тока последовательно с

ней включают добавочный резистор. Обычно индуктивное сопротивление рамки пренебрежимо мало и его можно не учитывать. В этом случае ток в рамке без учета его индуктивного сопротивления равен

$$I = \frac{2U}{R_г + R_д},$$

где U — выходное напряжение (по показаниям его аттенюатора) генератора, В; $R_г$ — выходное сопротивление генератора, Ом; $R_д$ — сопротивление добавочного резистора, Ом.

В итоге получены выражения

$$K_1 = \frac{120\,S}{(R_г + R_д)r^3}; \qquad (5)$$

$$K_2 = \frac{60\,S}{(R_г + R_д)r^3}, \qquad (6)$$

где K_1, K_2 — коэффициент преобразования напряжения сигнала генератора в напряженность электромагнитного поля при положении приемной антенны в точках 1 и 2 (см. рисунок) соответственно.

Выражения (5), (6) позволяют рассчитать коэффициент преобразования выходного сигнала генератора в значение напряженности электромагнитного поля либо определить площадь рамки или расстояние до нее для заданного значения коэффициента преобразования. В соответствии с ними в известной методике коэффициент преобразования для квадратной рамки со стороной 380 мм, генератора с выходным сопротивлением 80 Ом и добавочным резистором с таким же сопротивлением дает значение 0,108 при расстоянии 1 м. Очевидно, что в этой методике рамка была рассчитана на коэффициент преобразования 0,1. Небольшая погрешность, скорее всего, вызвана округлением размеров рамки в сторону увеличения и для измерения чувствительности не имеет существенного значения.

Для современных генераторов сигналов с выходным сопротивлением 50 Ом с такой рамкой при сопротивлении добавочного резистора 80 Ом коэффициент преобразования $K_1 = 0{,}133$, а с добавочным резистором 51 Ом $K_1 = 0{,}172$, что неудобно для практического использования.

Размеры рамки (ее площадь) при коэффициенте преобразования $K_1 = 1$ можно определить из выражения (5). Для r = 1 м, $R_г$ = 50 Ом, $R_д$ = 51 Ом площадь должна составлять 0,84 $м^2$. Это соответствует квадратной рамке со стороной около 0,917 м или круглой диаметром 1,035 м. Но ее индуктивность, в зависимости от примененного диаметра провода, будет 4...4,5 мГн, что приведет к заметной зависимости тока в рамке от частоты сигнала на частотах свыше 1 МГц. Кроме того, такие размеры становятся соизмеримыми с расстоянием до антенны, из-за чего формулы, полученные для элементарного магнитного излучателя, становятся не применимыми.

Удобнее использовать коэффициент преобразования $K_1 = 0{,}1$, что позволит применить сравнительно небольшую рамку площадью 0,085 $м^2$ — это соответствует квадратной рамке со стороной 291 мм или круглой диаметром 328 мм. При диаметре проводника 3 мм ее индуктивность — около 1 мГн. Для таких рамок при добавочном резисторе 51 Ом выходной сигнал генератора, равный 15 мВ, будет соответствовать напряженности поля 1,5 мВ/м на расстоянии 1 м.

Учет влияния индуктивности рамки показывает, что с ее помощью можно проводить измерение чувствительности радиоприемников с магнитной антенной до частоты 8 МГц, на которой напряженность поля уменьшится примерно на 9 %.

На более высоких частотах можно применить рамку площадью 84,17 $см^2$ (что соответствует квадрату со стороной 92 мм или кругу диаметром 104 мм), выполненную из медной трубки или проволоки диаметром 3 мм. С такой рамкой и добавочным резистором 51 Ом коэффициент преобразования составит $K_1 = 0{,}01$, поэтому для создания поля напряженностью 1,5 мВ/м на расстоянии 1 м потребуется выходной сигнал генератора 150 мВ. Измерение чувствительности можно проводить до частоты 30 МГц, на которой напряженность поля уменьшится примерно на 8 %. Эта же рамка обеспечит коэффициент преобразования $K_1 = 0{,}1$ на расстоянии 465 мм, однако в таком случае потребуется высокая точность установки расстояния между рамкой и антенной.

Точность установки этого расстояния влияет на погрешность измерений. Так, при расстоянии 1 м погрешность ±3,33 см приводит к погрешности измерения ±10 %. На расстоянии 465 мм такая же погрешность измерения будет при точности установки ±1,55 см.

Круглая и квадратная рамки эквивалентны, можно также применять рамки другой формы, например треугольной, важно, чтобы их площадь в точности равнялась требуемой. Поэтому с конструктивной точки зрения удобнее применить именно квадратную рамку, так как в этом случае проще получить заданную площадь.

Все приведенные примеры справедливы для случая, когда ось магнитной антенны расположена на перпендикуляре к плоскости рамки, проведенным через ее центр (положение 1, см. рисунок). Но для измерения чувствительности можно применить и другое направление (положение 2). В соответствии с выражением (6) в этом положении коэффициент преобразования уменьшится ровно в два раза. Поэтому для создания требуемой напряженности поля при прочих равных условиях необходимо в два раза увеличивать сигнал генератора либо уменьшить расстояние до центра рамки в $\sqrt[3]{2} = 1{,}26$ раза. Но расстояние менее 0,5 м применять не рекомендуется, поскольку кубическая зависимость сильно увеличивает погрешность измерения от неточности установки расстояния до антенны. К тому же, когда расстояние до рамки становится соизмеримым с ее размерами, приведенные выражения дают завышенное значение напряженности электромагнитного поля, так как излучатель уже не может рассматриваться как точечный.

Однако второе положение может быть удобным с точки зрения компактности рабочего места, поскольку рамку можно расположить, например, над рабочим столом. Но во всех случаях важно, чтобы в зоне измерений не было крупных металлических предметов, способных заметно исказить поле.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Левитин Е. А., Левитин Л. Е.** Радиовещательные приемники. Справочник. — М.: Энергия, 1967, с. 347.
2. **Белов Н. Ф., Дрызго Е. В.** Справочник по транзисторным радиоприемникам. — М.: Сов. Радио, 1973, ч. 2, с. 663—691.
3. **Бродский М. А.** Справочник радиомеханика. — Минск: Высш. школа, 1974, с. 115.
4. **Айзенберг Г. З., Ямпольский В. Г., Терешин О. Н.** Антенны УКВ, ч. 1. — М.: Связь, 1977, с. 86.
5. **Марков Г.Т., Сазонов Д.М.** Антенны. — М.: Энергия, 1975, с. 34, формула (1-52).

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев

тел. 607-88-18 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ЭФИРА

Раздел ведет сотрудник радиокомпании "Голос России"
П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва

РОССИЯ

МОСКВА. ВЕЩАТЕЛИ-ЮБИЛЯРЫ.

В 1933 г. была введена в строй радиовещательная станция им. Коминтерна под Москвой, в то время — крупнейшая в мире. В начале 1930-х годов для обеспечения надежного приема московских радиовещательных программ было принято решение по сооружению новой длинноволновой радиовещательной станции мощностью 500 кВт и с заданной диаграммой направленности излучения (в то время самая крупная станция США имела мощность лишь 50 кВт, а Европы — 120 кВт). Работы по строительству станции возглавил выдающийся ученый в области радиоэлектроники, радиолокации и ускорителей элементарных частиц академик Александр Львович Минц. Для получения столь большой мощности ученый предложил выполнить выходной каскад передающего устройства из нескольких параллельно работающих 100-кВт блоков. Сейчас такая схема принята во всем мире. Новая мощная станция была введена в строй 20 марта 1933 г. Следующим этапом творческого пути А. Минца явилось создание в 1936—1938 гг. самой мощной в мире коротковолновой радиовещательной станции "РВ-96" мощностью 120 кВт. Она проектировалась для международного вещания в направлении Дальнего Востока, США и Австралии. Новые идеи, заложенные А. Минцем в проект передатчика и антенны, до сих пор сохраняют свою актуальность и делают эту радиостанцию образцовой.

На заседании Общественного градостроительного совета столицы мэр Москвы Юрий Лужков назвал Шуховскую башню "объектом бедствия". По его словам, сооружение находится в федеральной собственности, и уже неоднократно были попытки заставить собственников привести башню в надлежащее состояние. При обсуждении концепции освещения столицы Лужков назвал "позором" тот факт, что башня до сих пор не освещается. "Я пробовал вмешаться, но узнал, что башня находится в таком состоянии, что не выдержит даже веса осветительной аппаратуры!". По мнению специалистов, Шуховской телебашне необходим капитальный ремонт, но у РТРС, которой она принадлежит, средств, как всегда, нет. Что касается установки осветительных приборов, то необходимо будет провести специальные расчеты, которые бы гарантировали устойчивость башни с подобной нагрузкой. В настоящее время теле- и радиовещание с Шуховской башни не ведется. Здесь функционируют лишь несколько базовых станций мобильных операторов столицы и передатчики пейджинговых компаний.

В апреле на радиостанции "Голос России" (канал "Содружество") впервые вышла в эфир программа "Вера и мир". Еженедельно по четвергам, в 11.35 MSK, слушатели смогут ознакомиться с последними событиями религиозно-общественной жизни, комментировать которые приглашаются священнослужители и эксперты. Программа транслируется на страны СНГ. Жители России и дальнего зарубежья смогут слушать ее не только в эфире, но и на сайте "Голоса России": **http://www.ruvr.ru**.

Радиостанция "Радио России" на русском языке ретранслирует свои программы на Западную Европу через передатчик мощностью 250 кВт в Москве: 04.00—08.00 — на частоте 12070 кГц; 08.20—13.00 — на частоте 13665 кГц; 13.20—17.00 — на частотах 9470 (до 6 сентября) и 9480 кГц (с 7 сентября); 17.20—21.00 — на частоте 7120 кГц.

ЛИПЕЦК. Ретрансляцию программ радиостанции "Эхо Москвы" в Липецке осуществляет ее региональный партнер — ООО "Студия-ТВ". Частота — 105,6 МГц, мощность передатчика — 1 кВт. Потенциальная аудитория Липецка составляет более полумиллиона человек.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

ГРЕЦИЯ. Радиостанция "Голос Греции" в летнем сезоне вещает на русском языке в 09.30—10.00 на частоте 11645 кГц.

КАНАДА. Радиостанция "Международное Канадское радио" ("RCI") вещает на русском языке: для северных и восточных районов США в 14.05—15.04 — на частоте 9515 кГц; для России в 15.00—15.29 и 16.00—16.29 — на частотах 11935, 15325 кГц.

РУМЫНИЯ. Радиостанция "Интеррадио Румынии" на русском языке работает в 04.30—04.56 на частотах 7190, 9555 кГц; 13.30—13.56 — на частотах 9790, 11855 кГц; 15.00—15.56 — на частотах 7325, 9760 кГц.

СЕРБИЯ. Радиостанция "Голос Сербии" на русском языке теперь вещает в 16.00—16.30 на частоте 7240 кГц; 19.00—19.30 — на частотах 7240, 6100 кГц.

СЛОВАКИЯ. Русскоязычные программы "Международного радио Словакии" транслируются в 13.00 на частотах 7345, 9440 кГц; 15.00 — на частотах 7345, 9535 кГц; 17.30 — на частотах 5920, 7345 кГц. Длительность каждой передачи — 27 мин.

США. Радиостанция "Голос Америки" работает на русском языке в 13.00—13.30 на частотах 810, 9465, 11725, 15130, 15565 кГц; 17.00—17.30 — на частотах 810, 5980, 6110, 9520, 11805 кГц; 18.00—18.30 — на частотах 810, 6110, 9520, 11755, 11805 кГц (частота 810 кГц — ретранслятор для Московского региона).

ТАЙВАНЬ. Расписание передач "Radio Taiwan International" на русском языке в летнем сезоне: 11.00—12.00 — на частоте 11985 кГц; 14.00—15.00 — на частоте 15225 кГц; 17.00—18.00 — на частоте 11705 кГц.

ЧЕХИЯ. Радиостанция "Прага" передает на русском языке четыре 27-минутные программы: 04.00 — на частотах 9445, 11600 кГц; 11.30 — на частотах 11665, 15710 кГц; 14.30 — на частотах 7345, 13580 кГц; 18.00 — на частоте 5840 кГц.

ШВЕЦИЯ. Радиостанция "Швеция" вещает на белорусском языке в летнем сезоне по субботам и воскресеньям в 17.30—18.00 на частоте 6065 кГц.

ИНТЕРНЕТ-ВЕЩАНИЕ

КАЛИНИНГРАД. ВЕЩАНИЕ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ ЭСПЕРАНТО.

"Parolas Kaliningrado! Saluton! Antau la mikrofono estas Halina Gorecka", — такими словами Галина Горецкая начинает подкасты на языке эсперанто, которые слушают далеко за пределами Калининграда. Подкастами называют передачи, выкладываемые в Интернете. Для вещания не нужны ни мощные передатчики, ни лицензированные частоты, ни специальные студии. Это можно делать из своей квартиры, через Интернет. Для этого нужны лишь компьютер и микрофон. Подкастинг (английское слово "podcasting" образовано от системы популярного плейера "iPod" и термина "broadcasting" — радиовещание) — способ звукового вещания, при котором слушатели могут получать новые выпуски по мере их появления в сети и прослушивать их в удобное для себя время, не опасаясь пропустить любимую передачу. Выпуски на эсперанто размещены на первом российском подкастпортале: **http://la-ondo.rpod.ru**.

ТЕЛЕВИЗИОННОЕ ВЕЩАНИЕ

ВОЛГОГРАД. Все телевизионные ретрансляторы Волгоградской области переведены в режим работы в цифровом формате — заменены 74 устаревших и полностью изношенных передатчика сети маломощных радиотелевизионных станций. Установлены также 120 новых спутниковых станций, обеспечивающих прием общероссийских программ ("Первого" канала и "РТР"). Кроме того, Волгоградский областной радиотелепередающий центр смонтировал спутниковый терминал "Телепорт". Перестройка приемных спутниковых станций позволила транслировать программу областной телекомпании "Волгоград-ТРВ" в рамках общероссийского вещания. Следующий этап модернизации телерадиовещательной сети региона — строительство новой башни. Ныне действующее сооружение, эксплуатация которого ведется с 1956 г., исчерпало свои технические возможности. Разработка проекта строительства новой телебашни ведется московским институтом Мининформсвязи.

РОССИЯ/ИНДИЯ. Крупнейший индийский телеканал "Zee TV" до конца 2008 г. намерен начать круглосуточное вещание на русском языке. Уже принято решение об открытии представительства этого канала в России. Ведутся переговоры о включении этого телеканала в пакет оператора "Космос-ТВ".

Время всюду — UTC.
MSK время = UTC + 3 ч (зимний период) или + 4 ч (летний период).

Редактор — Е. Карнаухов

Прием статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

Вольтметр-ИНИ с автоматическим выбором предела измерений

Э. КУЗНЕЦОВ, г. Москва

Измеритель коэффициента гармоник ($K_г$) требуется при настройке звуковой аппаратуры для оценки вносимых ею искажений. Конечно, нелинейные искажения не дают полное представление о качестве работы звукового оборудования. В свое время проводилось много субъективно-статистических экспертиз во ВНИИТР, в ГДРЗ и в радиодомах Ленинграда и Минска с участием звукорежиссеров. И нередко в 76...92 % экспертных показаний на слух предпочтение отдавалось звуковой студийной аппаратуре с $K_г$, достигающим 0,3...0,4 %, при сравнении с аналогичным оборудованием, имеющим искажения на порядок меньше. Видимо, параметр $K_г$ далеко не полностью характеризует качество звуковой аппаратуры. Поэтому нужно очень настороженно относиться к высказываниям о качестве звучания с тем или иным УМЗЧ или АС. Обычно неизвестны ни акустические характеристики помещения для прослушивания, ни какая обработка сигнала проводилась перед прослушиванием, ни квалификация экспертов.

В общем, добиваться точности измерений $K_г$ до тысячных долей процента вряд ли имеет смысл. Вариантов ИНИ опубликовано достаточно много. В них при оценке продуктов искажений обычно подавляется первая гармоника и с ней сравнивается все, что осталось. И нередко статьи сопровождались примечанием, что поскольку при измерениях применяется вольтметр средних значений, а не среднеквадратичных, то его показания могут быть заметно меньше. Этот вопрос подробно рассмотрен в [6]. Не так уж сложно повторить среднеквадратичный преобразователь из прибора, описанного в этой статье, или собрать квадратичный детектор на аналоговых умножителях, но представляется, что основная погрешность измерений определяется вовсе не этим. Ведь из статьи следует, что шкалы вольтметров градуируют в среднеквадратичных значениях. Для сигналов синусоидальной формы в линейных вольтметрах такая градуировка сводится к изменению масштаба шкалы в 1,11 раза. Измерение уровня помех и шумов, пульсаций постоянных питающих напряжений, напряжения гармоник линейным вольтметром некорректно. Результаты оказываются существенно заниженными. Вот для параметра $K_г$ это утверждение, видимо, несколько преувеличено, поскольку измерение проводят обычно только на синусоидальном сигнале, и при существенном преобладании второй или третьей гармоники их тоже можно оценивать как синусоидальные.

Шкала нашего прибора градуировалась с помощью ИНИ С6-11, имеющего квадратичный детектор. Да и погрешность, особенно при измерении небольших искажений, просто не может быть "существенно" большой. Измерение $K_г$ генератора Г3-118 с помощью ИНИ С6-11 показало 0,044 %, а описываемый прибор — 0,046 %. Для любительского генератора ИНИ отметил $K_г$, равный 0,068 %, а прибор — 0,071 %.

Рис. 5

Наверное, это не очень существенно, да и показания не занижаются, а даже несколько увеличиваются, видимо, из-за меньшего подавления основной гармоники фильтром. К тому же в некоторых случаях радиолюбители вообще запутывались в этих понятиях и добивались квадратичной характеристики детектора, забывая, что для получения среднеквадратичных показаний нужно еще извлечь корень квадратный. Что уж показывали такие приборы, остается загадкой.

Наибольшие погрешности в результаты измерений $K_г$ могут внести сами режекторные фильтры. Все применяемые радиолюбителями фильтры имеют "мягкую" характеристику. Например, часто используемый двойной Т-образный фильтр имеет затухание 10 дБ на удвоенной частоте настройки F_c и ослабление 3 дБ на учетверенной частоте [7]. Это легко проверить на макете любого режекторного фильтра, используемого в любительских конструкциях. Вот такая характеристика фильтра и обеспечивает заметное занижение показаний прибора при измерениях. И избежать этой ошибки нельзя. Один из вариантов ее уменьшения — включение последовательно двух Т-образных фильтров, настроенных на одну частоту. Основное его достоинство — не требуется тщательного подбора элементов. Предварительно были просто измерены емкости конденсаторов. Поскольку они были из одной партии, то и разброс между ними оказался небольшим. Остальные детали даже не подбирались. Первый фильтр (DA5.1) в настройке не нуждается. Определив частоту наибольшего затухания в контрольной точке КТ2 (в нашем случае F_c оказалась равна 0,992 кГц), подстраивают второй фильтр (с DA5.2) подстроечными резисторами R40, R39, не перестраивая генератор. Это тоже позволяет обойтись без подбора элементов. Самое важное — выбрать подстроечными резисторами R32 и R44 такую величину обратной связи, чтобы практически не было спада характеристики на удвоен-

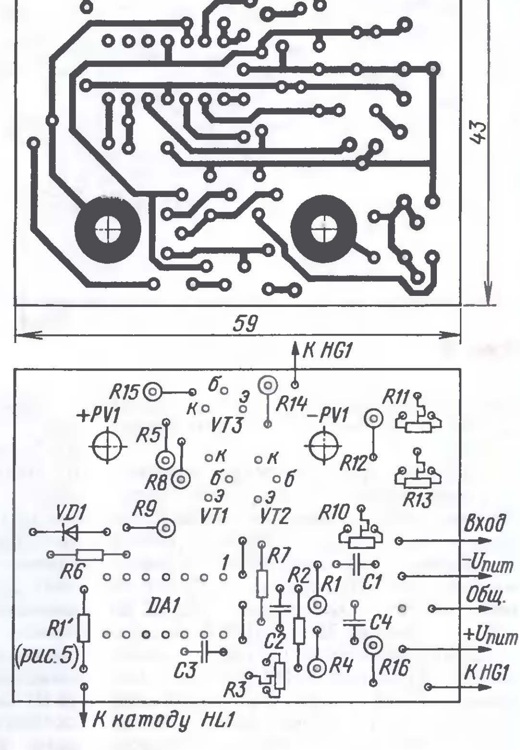
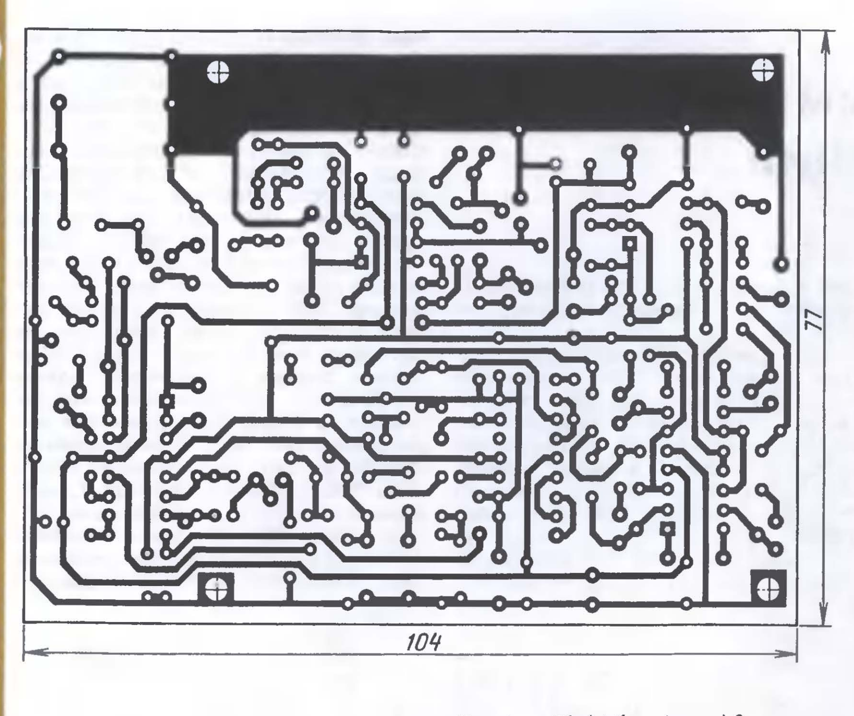


Рис. 6

Окончание. Начало см. в "Радио", 2008, № 3—5

ИЗМЕРЕНИЯ
тел. 608-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru



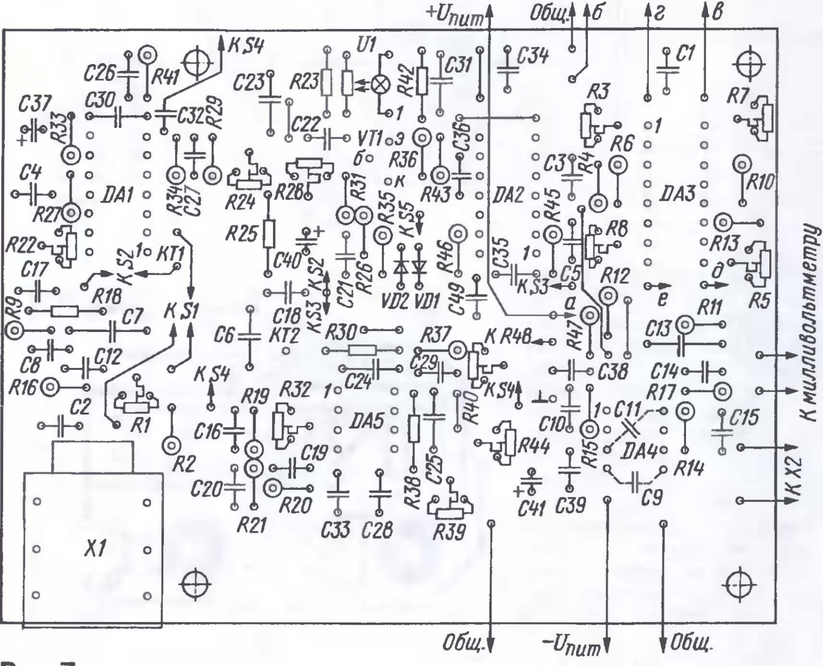
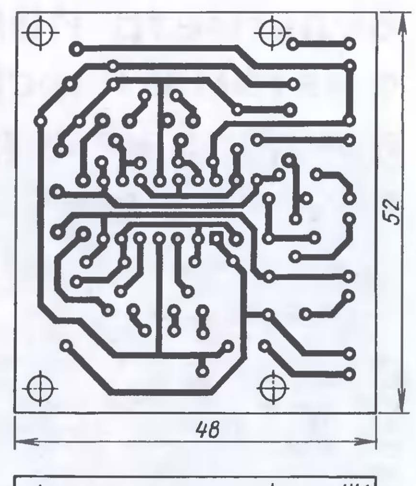


Рис. 7



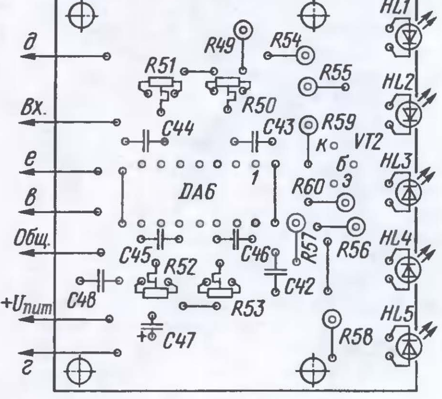


Рис. 8

ной частоте настройки, в противном случае возрастет погрешность измерений.

Еще одна причина роста погрешности измерений — изменение калибровки прибора; ведь он автоматический и не должен требовать ручной калибровки при изменении входного напряжения. Диапазон измеряемых напряжений — примерно от 100 мВ до 8 В, т. е. более 35 дБ. Для большего напряжения $K_г$ может возрастать из-за начала ограничения ОУ прибора. Конечно, можно увеличить напряжение питания ОУ, но проще снизить входное напряжение (переключателем "×0,316").

Калибровка проводится на значение 1 В, которое должна поддерживать АРУ в диапазоне входных напряжений от 100 мВ до 7 В. В авторегуляторах обычно выходное напряжение увеличивается до 2 дБ, т. е. напряжение калибровки изменяется на 26 %. Примененное схемное решение позволяет подстроечным резистором R28, выведенным под шлиц на лицевую панель прибора, отрегулировать выходное напряжение, чтобы оно при максимальном входном напряжении (8 В) было равно 1 В или даже несколько меньше. Тогда во всем диапазоне регулировки АРУ изменение напряжения регулировки не превысит 0,5 дБ и точность измерений повысится. Проверка показала, что при изменении входного сигнала от 1 до 7 В измеренное значение $K_г$ изменялось от 0,072 до 0,077 %. В основном канале АРУ действует ОУ DA1.4, а в канале управления — DA1.3.

В качестве регулируемого элемента РЭ использован оптрон ОЭП-2, который практически не вносит дополнительных искажений.

При настройке АРУ сначала нужно полностью вывести подстроечный резистор R28 и установить с помощью R22 наименьшее усиление ОУ в канале управления. Затем при входном напряжении 0,1 В подстроечным резистором R24 устанавливают напряжение 0,95 В на выходе основного канала DA1.4. При входном напряжении 1 В построечным резистором R22 выставляется порог ограничения ($U_{вых}$ = 1,1 В). При наибольшем входном напряжении 8 В с помощью R28 добиваются на выходе АРУ значения 0,95 В. Изменяя входное напряжение, проверяют диапазон частот, при котором выходное меняется не более чем на ±0,5 дБ. Если измерение $K_г$ будет проводиться на более высоких частотах, то может потребоваться установка и подбор конденсатора C22 для настройки АРУ в требуемом частотном диапазоне.

Блок питания (его схема показана на **рис. 5**) никаких особенностей не имеет и в пояснениях не нуждается. Диодные

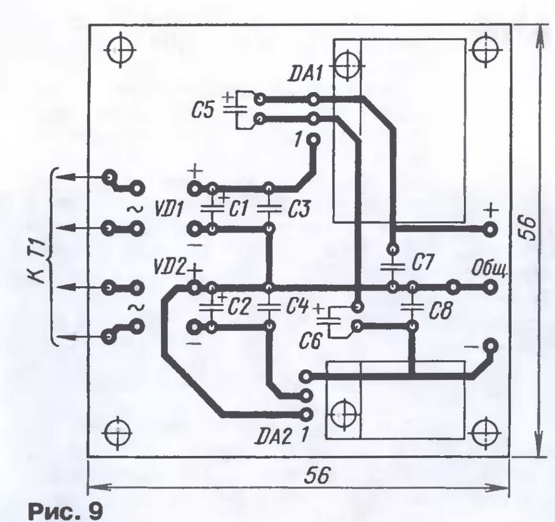


Рис. 9

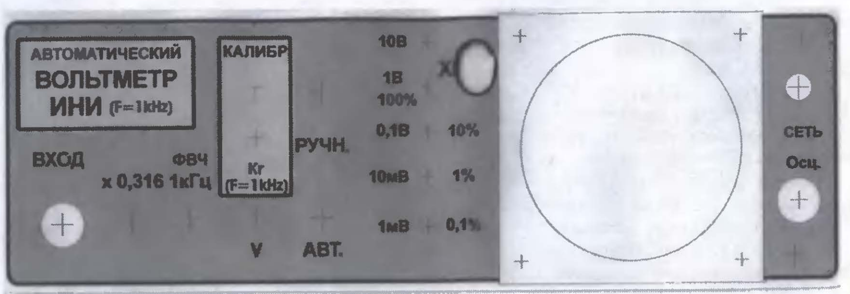


Рис. 10

мосты — импортные, трансформатор — из ряда унифицированных (ТПП, ТП) на мощность 5...10 Вт.

Конструкция прибора и расположение элементов управления в основном понятны из фото; размещение плат и их крепление зависит от конструкции используемого корпуса. Чертежи печатных плат показаны на **рис. 6—9** (соответственно платы вольтметра, измерителя нелинейных искажений, блока управления, блока питания). На плате ИНИ конденсаторы С9, С11 располагают со стороны печатного монтажа.

В качестве коммутирующих элементов применены тумблеры П1Т-1-1В (в блоке питания — П2Т-1-1В). Можно использовать и кнопки (например, ПКн), но положение тумблеров более наглядно. Кнопка S4 — КМ1-1. Входной разъем X1 — гнездо JACK6,3 (можно использовать любой из этой серии), выходной X2 — гнездо RS-115G ("тюльпан").

Индикаторы пределов измерения — светодиоды АЛ307АМ, для индикатора "Сеть" — АЛ307ДМ, АЛ307ЕМ или аналогичные. Возможно установить любые светодиоды, имеющиеся в наличии. Также можно выбрать подходящий семиэлементный индикатор с общим катодом либо просто установить один светодиод, отмечающий переключение шкалы в вольтметре. Тогда R14 можно увеличить, R16 — удалить. Эти резисторы ограничивают ток через каждый элемент индикатора примерно до 5 мА. Потребляемый прибором ток от источника питания "+15 В" равен 47 мА, а от "–15 В" — 25 мА. Если ограничиться установкой светодиода вместо семиэлементного индикатора, можно уменьшить ток, потребляемый по плюсовой цепи питания, примерно на 20 мА. Для повышения яркости свечения индикатора можно увеличить в 2...3 раза ток, протекающий через элементы.

Прибор выполнен в пластмассовом корпусе размерами 210×72×175 мм. Плата ИНИ помещена в экран из жести, но целесообразнее просто применить стальной корпус. Если возникнет желание встроить режекторные фильтры на другие частоты или еще ФНЧ, то на лицевой панели такого корпуса вряд ли удастся разместить дополнительные органы управления. Потребуется корпус большего размера.

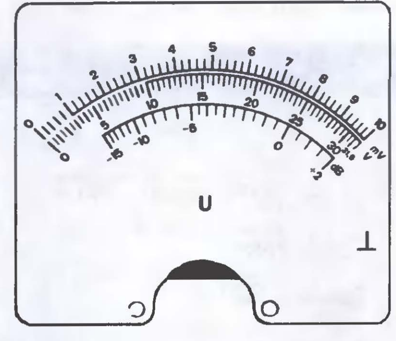


Рис. 11

Для удобства повторения конструкции чертежи передней фальшпанели прибора и шкалы для микроамперметра М4257 приведены на **рис. 10** и **11**. О технологии изготовления подобных графических элементов конструкции автор неоднократно рассказывал в своих статьях в журнале "Радио".

ЛИТЕРАТУРА

6. **Сухов Н.** Среднеквадратичный вольтметр. — Радио, 1981, № 11, с. 53—55.

7. **Хоровиц П., Хилл У.** Искусство схемотехники. — М.: Мир, 1993.

От редакции. *Чертежи плат описываемой конструкции в формате программы Rusplan можно скачать из папки на FTP-сервере по адресу* **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/06/voltmeter.zip>**.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, иллюстрации — автора

Средства разработки программ для микроконтроллеров семейства LPC2000

В. КАРТАШОВ, г. Пенза

Недавно в нашем журнале была опубликована статья "Отладочная плата для микроконтроллера LPC2148" [1]. Сегодня ее автор продолжает тему, рассказывая о средствах и особенностях разработки программ не только для этого микроконтроллера, но и для других, относящихся к тому же семейству. Его советы пригодятся всем, кто собирается освоить микроконтроллеры с процессорным ядром ARM.

Разработка и отладка программы — наиболее объемная и трудоемкая часть работы над любым устройством, содержащим микроконтроллер. Для микроконтроллеров семейства LPC2000 фирмы Philips многие известные фирмы, производящие программное обеспечение (Keil Software, IAR Systems, GNU), предлагают несколько различных пакетов программ, серьезно облегчающих труд программиста.

Существуют два основных способа использования этих пакетов. Первый — покупка полной коммерческой версии — зачастую радиолюбителю не по средствам. Второй способ — использование бесплатных демонстрационных версий программных пакетов, успешно решающих те же задачи, что и коммерческие, но с некоторыми ограничениями.

Далее будет рассмотрен демонстрационный пакет средств разработки программ ARM Evaluation Software фирмы Keil. Его отличие от коммерческого состоит лишь в невозможности создавать программы, занимающие более 16 Кбайт в памяти микроконтроллера. "Скачать" этот пакет вместе с интегрированной средой разработки µVision IDE можно по адресу **<https://www.keil.com/arm/demo/eval/arm.htm>** (требуется предварительная регистрация).

Среда µVision IDE объединяет все программы, утилиты и компоненты пакета ARM Evaluation Software и организует работу с ними. Пользователю предоставляется для создания проекта простой и удобный графический интерфейс. Основные сведения о µVision IDE можно найти в брошюре [2]. Рассмотрим компоненты, из которых состоит стандартный пакет ARM Evaluation Software.

RealView Compilation Tools обеспечивают весь цикл компиляции программ. Плотность и производительность полученного кода приближается к теоретическому максимуму. Программирование ведется на языках C и C++ в полном соответствии со стандартом ISO. Поддерживаются режимы ядра ARM и THUMB. Комплект RealView Compilation Tools состоит из

— компилятора C/C++ Compiler;

— библиотек программ времени исполнения (RTL) C/C++ Run-Time Libraries (содержат исходные коды для построения операционной системы реального времени на базе RTX Kernel, программы для создания файловой системы во внутренней памяти микроконтроллера или на внешней SD карте, а также библиотеки для организации сети TcpNet и программной реализации интерфейса CAN);

— библиотек стандартных программ RogueWave C++ Standard Template Libraries;

— макроассемблера;

— компоновщика исходных файлов Linker/Locater;

— системы создания и подключения библиотек Library Manager (Librarian);

— формирователя файлов прошивки HEX File Creator.

µVision Debugger позволяет проводить отладку программ, предоставляя выбор между программным симулятором и внутрисхемным эмулятором про-

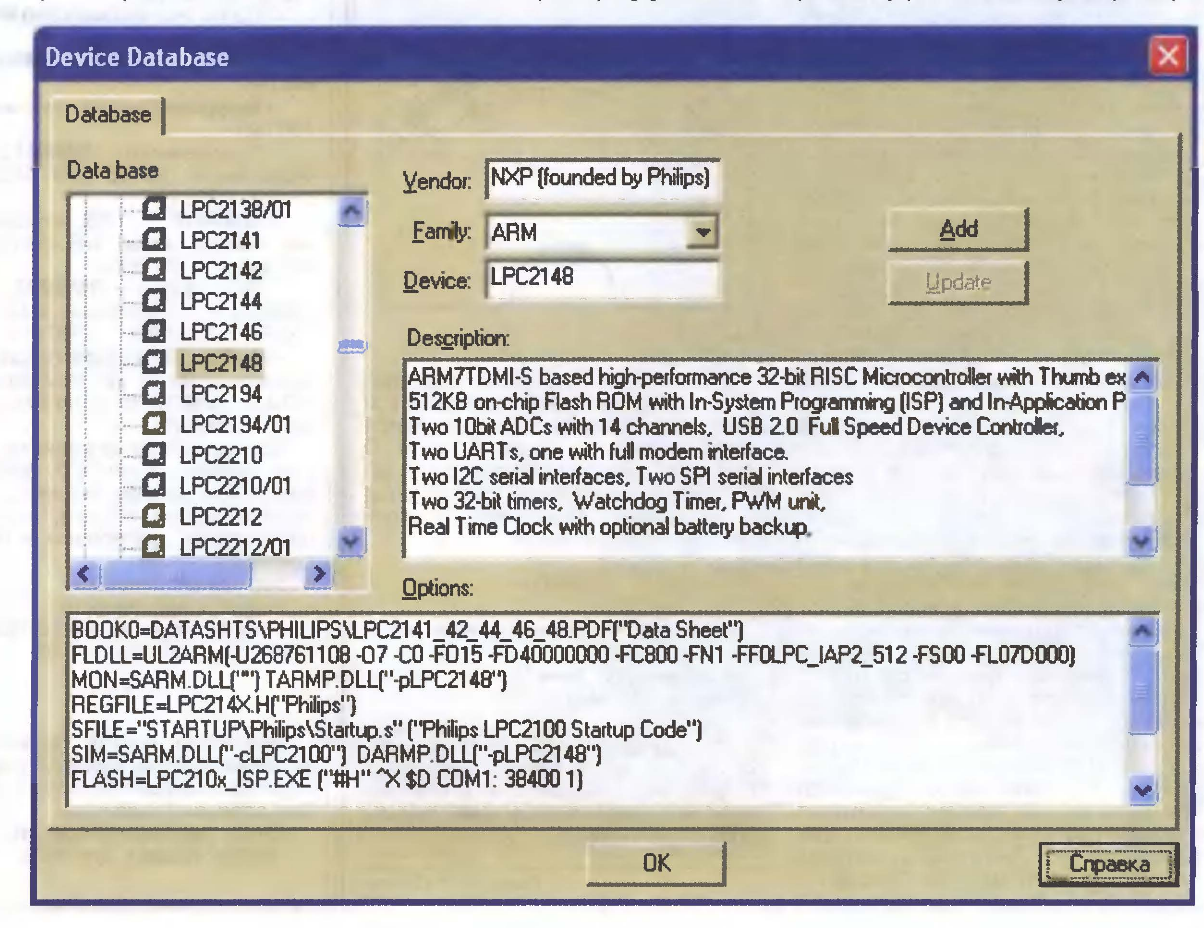


Рис. 1

РАДИО № 6, 2008 • Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-28-38 • МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА • РАДИО®

цессора. Обеспечивает симуляцию всей четырехгигабайтной памяти, встроенной периферии и ядра.

Входящий в состав μVision Debugger симулятор позволяет производить отладку исходного текста программы на уровне символов. Этот чисто программный продукт моделирует всю систему команд и все периферийные устройства микроконтроллера. В распоряжение пользователя предоставлены окна, отображающие состояния таймеров, портов, прерываний, сторожевого таймера, последовательного порта, аналого-цифрового преобразователя и т. д. Работа с симулятором — один из базовых этапов отладки проекта.

Отладку программы, уже загруженной в реальный микроконтроллер, обеспечивает ULINK Debugger. Он связывает программную среду с аппаратной через специальные GDI драйверы. Используются различные специальные технологии и методы, позволяющие гибко и эффективно работать с аппаратурой и внедрять в отлаживаемую программу специальные "закладки", помогающие отследить различные события.

Редактор исходных текстов программы, встроенный в μVision IDE, облегчает подготовку исходного текста за счет выделения образующих его синтаксических элементов цветом и исправления ошибок ввода в режиме диалога. Редактор может быть настроен на конкретный язык программирования в соответствии с предпочтениями пользователя. Он может работать в многооконном режиме, позволяет объявлять командные слова и клавиши. Окно редактора для создания новой программы вызывают нажатием на экранную кнопку с пиктограммой 🗎.

База данных — массив информации обо всех устройствах, поддерживаемых программными средствами Keil. База содержит сведения о более чем 800 микроконтроллерах семейств ARM, XC16x, C16x, ST10, 251 и 8051. Поиск нужного можно производить по следующим параметрам: фирма-изготовитель, семейство, объем встроенной памяти, наличие встроенных периферийных устройств, возможность отладки и др. База постоянно обновляется, последние данные можно получить по адресу **<http://www.keil.com/dd/>**.

На каждый микроконтроллер заведена определенная структура данных. Она содержит заголовочный файл микроконтроллера для включения в разрабатываемую программу, примеры программ, данные для настройки симулятора μVision Debugger, справочные данные, список отладочных плат, параметры для внутрисхемного эмулятора, драйверы интерфейса JTAG, утилиты программирования, заготовки операционных систем для микроконтроллеров и даже адреса в Интернете, по которым можно получить консультацию, если возникли вопросы.

При работе в μVision IDE пользователь лишь выбирает подходящий микроконтроллер, открыв пункт меню File Device DataBase..., окно которого показано на **рис. 1**. Все нужные для разработки программы параметры проекта устанавливаются автоматически на основании информации, предоставленной разработчиком выбранного микроконтроллера.

Менеджер файлов проекта помогает организовать структуру из большого числа связанных друг с другом файлов, которые обрабатываются индивидуально. Он упорядочивает исходные файлы проекта и дополнительные файлы документации, поддерживает специальные опции и директивы. На основе исходных файлов создаются "target-programs", они объединяются в группы, для каждой из которых можно установить нужные режимы компиляции. Вызов окна менеджера проекта — Project→Manage→Components, Environment, Books.

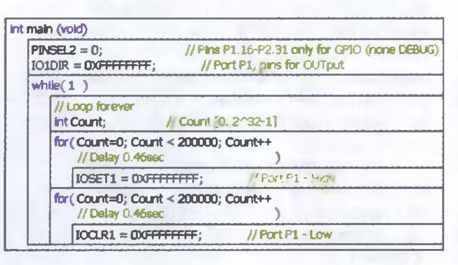


Рис. 2

Configuration Wizard облегчает установку конфигурации микроконтроллера. Можно задавать такие необходимые параметры, как начальный адрес внешнего ПЗУ, временные диаграммы работы с дополнительными ОЗУ и ПЗУ, объем внешней памяти и способ ее подключения и многое другое. Расшифровку модификаторов и параграфов Configuration Wizard можно найти в руководстве пользователя (поставляется с дистрибутивом программы) на конкретную версию μVision. Для запуска окна конфигуратора следует дважды щелкнуть по файлу Startup.s в окне Project Workspace.

Find in Files обеспечивает глобальный поиск слов, команд, операторов, директив и других конструкций во всех файлах проекта по ключевому сочетанию букв. Для ускорения поиска рекомендуется указывать расширение имени и место расположения файлов, в которых необходимо его выполнить. Востребованность этого поисковика резко возрастает, когда число файлов в проекте переваливает за десяток.

Source Browser показывает информацию о символах и ключевых словах в программе пользователя. Выводятся сведения об имени, классе, типе, объеме занимаемой памяти и пользовательском номере заданного символа в удобном для пользователя формате. Символы можно сортировать и фильтровать.

Tools Menu обеспечивает быстрый запуск внешних по отношению к μVision программ и утилит. Выбранные объекты отображаются в меню Tool. Они не обязательно должны иметь какое-либо отношение к проекту. Можно, например, запустить текстовый процессор MS Word. Для настройки Tools Menu выберите пункт Tools→Customize Tools Menu...

PC-Lint анализирует синтаксис и семантику текста программы, написанного на языке C. В результате будут указаны места ошибок или несогласованностей во всех файлах проекта. Эта утилита не входит в стандартный пакет ARM Evaluation Software, но ее можно получить по адресу **<http://www.keil.com/pclint/>** и подключить к IDE, открыв пункт меню Tools→Setup PC-Lint.

EasyCode представляет на экране исходный текст программы в структурированном, блочном виде, как показано на **рис. 2**. Это тоже нестандартная утилита, ее приобретают отдельно. По адресу **<http://www.easycode.de/docs/en/e_download_software.htm>** можно получить бесплатно пробную 30-дневную версию. μVision IDE может работать с ней через интерфейс DTC. Благодаря этому можно писать программу в EasyCode, а отлаживать ее с помощью μVision IDE, не выполняя никаких лишних операций.

Генератор кода, входящий в состав μVision IDE, выполняет компиляцию, ассемблирование и линкование всех составных частей программы. Для этого достаточно нажать всего на одну экранную кнопку. Заново обрабатывается только та часть исходного текста, которая после предыдущей компиляции подвергалась изменениям. Если же были изменены базовые параметры, например, включена глобальная оптимизация, проект будет перекомпилирован полностью.

Flash tool — своеобразный посредник между μVision IDE и программатором. Вызывает утилиту для загрузки программы в память микроконтроллера и передает ей необходимые параметры. В результате работа, например, с Philips LPC2000 Flash Utility, не требует вмешательства пользователя. Чтобы запрограммировать микроконтроллер, достаточно нажать на одну экранную кнопку. При желании можно пользоваться и встроенными средствами загрузки, но для этого нужны специальные драйверы.

Отладка программы с помощью симулятора

Существуют два принципиально разных способа отладки программы микроконтроллера. Первый способ основан на использовании имеющегося в среде μVision IDE программного симулятора микроконтроллера. Реальный прибор в отладке не участвует. При втором, аппаратном способе отлаживаемую программу выполняет реальный микроконтроллер, а на экране компьютера отображается фактическое состояние его ресурсов. Оба способа в достаточной мере эффективны, достоверность программной симуляции работы микроконтроллера гарантирована. Однако при создании ответственных программ все же не стоит отказываться от аппаратной отладки.

Симуляция программными методами позволяет очень гибко и разнообразно расставлять в программе контрольные точки (breakpoints). В сложных проектах, где совместно с цифровой электроникой работает аналоговая, симулятор поможет сформировать идеальные испытательные сигналы без

помех и искажений. Это позволит проводить разработку гораздо быстрее, параллельно и независимо создавая аналоговую и цифровую части.

Если микроконтроллер работает с большими массивами информации, программный симулятор даст возможность быстро проверить состояние всех интересующих ячеек памяти. При аппаратной отладке эта операция занимает гораздо больше времени. И наконец, "виртуальные" микроконтроллер и измерительные приборы невозможно повредить, что немаловажно при работе с дорогостоящими устройствами.

Пользовательский интерфейс симулятора состоит из диалоговых окон и виртуальных регистров, которые позволяют отслеживать состояние модулей периферии. Для имитации внешних событий, влияющих на работу периферии, удобно использовать специальный язык Script C. На нем можно написать функции (сценарии), генерирующие необходимые сигналы и события. Эти функции могут работать в фоновом режиме во время выполнения программной симуляции. Каждой из них можно присвоить в окне Toolbox собственную экранную кнопку, при нажатии на которую функция будет активизирована.

При включении режима отладки на экран будет выведено изображенное на **рис. 3** окно Debug. В нем имеются как традиционные для отладчиков экранные кнопки Reset, Halt, Step into, Step out, Step over, Run, Run to cursor line, так и некоторые другие. Например, кнопкой с пиктограммой вызывают Performance Analyzer, который покажет время выполнения выбранного пользователем фрагмента программы. Это обычно требуется для поиска фрагментов, расходующих много процессорного времени, или для корректировки распределения ресурсов процессора.

Debug

RST CODE

Рис. 3

```
     0x00001E2E  B01F   ADD    SP,#0x007C
     0x00001E30  BCF0   POP    {R4-R7}
     0x00001E32  BC08   POP    {R3}
     0x00001E34  4718   BX     R3
117  0x00001E36  A91D   ADD    R1,SP,#0x0074
117  0x00001E38  C906   LDMIA  R1!,{R1-R2}
116  0x00001E3A  F7FE   BL     0x000087C - Part #1
116  0x00001E3C  FE9F   BL     0x000087C - Part #2
116  0x00001E3E  1C6D   ADD    R5,R5,#1
116  0x00001E40  E7EF   B      0x00001E22
     0x00001E42  0000   LSL    R0,R0,#0
```

Рис. 4

Кнопкой с пиктограммой запускают логический анализатор (Logic Analyzer), который может записывать и отображать временные диаграммы сигналов во внутренних цепях микроконтроллера и на выводах его портов, в том числе синтезированные по сценариям на языке Script C.

Информация может быть представлена в трех форматах: Bit — возможны значения только 0 и 1; State — отображается текущее состояние только изменившихся сигналов; Analog — аналоговое представление информации в виде графиков. Отображаются времена начала и завершения анализа, продолжительность сбора данных, цена деления по оси времени. Предоставляется возможность масштабирования сигнала, прокрутки буфера с выводом множества параметров в любой временной точке. Анализатор способен записать накопленную информацию в файл для последующего анализа специализированными программами или для архивного хранения.

Для просмотра и изменения содержимого ячеек памяти микроконтроллера предусмотрено окно Memory Window, вызываемое экранной кнопкой с пиктограммой .

Окно Code Coverage открывают нажатием на экранную кнопку . Оно дает возможность следить за частотой выполнения команд. Это бывает необходимо при создании ответственных программ, требующих особой сертификации. Результаты работы могут быть сохранены в файле.

Окно Disassembly Window, показанное на **рис. 4**, открывают нажатием на экранную кнопку). В нем отлаживаемая программа, написанная на любом языке, будет представлена последовательностью инструкций на языке ассемблера. Это максимально приближает программиста к процессору, помогает разобраться в некоторых тонкостях, а иногда даже найти ошибки или неточности в работе компилятора. По содержимому окна можно легко перемещаться, производить трассировку программы и устанавливать контрольные точки на конкретных инструкциях.

Окно Serial Window представляет собой виртуальный двунаправленный терминал для обмена информацией с встроенным UART микроконтроллера при программной симуляции работы устройства. Все, что передает UART, отображается в этом окне, а любые символы, набираемые на клавиатуре компьютера, поступают в UART. Пиктограмма экранной кнопки, с помощью которой открывают окно, содержит номер используемого UART (например,). Чтобы изменить его, нужно открыть это же окно через пункт меню View Serial Window, в котором будет предложено выбрать UART, если в микроконтроллере их несколько.

Окно Symbol Window (экранная кнопка) отображает имена, адреса и типы символов и определений, объявленных в отлаживаемой программе. Это могут быть регистры, переменные, константы, метки, функции и т. д.

В окне Watch Window (экранная кнопка) выводятся текущие значения выбранных переменных и имя вызванной в данный момент подпрограммы или функции. Информация автоматически обновляется. В паузах отладки можно изменять значения отображаемых в этом окне переменных.

При выборе в меню Debug Execution Profiling пункта Time отладчик вычисляет и, как показано на **рис. 5**, выводит слева от операторов и команд программы теоретическое время их выполнения микроконтроллером. Если выбрать

```
25    8.900 µs  int sendchar (int ch)  {
26
27   11.733 µs    if (ch == '\n')  {
28    2.063 ms      while (!(U1LSR & 0x20));
29    0.200 µs      U1THR = CR;
30                }
31  181.061 ms    while (!(U1LSR & 0x20));
32   11.733 µs    return (U1THR = ch);
33    8.800 µs  }
```

Рис. 5

в том же меню пункт Call, вместо времени будет показано число исполнений оператора или команды за время симуляции работы программы. Именно такой режим включен в окне дизассемблера на рис. 4. Выключают Execution Profiling выбором пункта Off.

Отладка на реальном устройстве

Для реализации такой отладки требуется соединить с компьютером реальный микроконтроллер. Желательно вместе со всей подключенной к нему периферией. В процессорном ядре ARM7TDMI-S предусмотрены специальные узлы для обмена информацией с компьютером через интерфейс JTAG.

Этот интерфейс был разработан и стандартизирован для тестирования сложных цифровых микросхем. Он обеспечивает компьютеру доступ к внутренним контрольным точкам, регистрам и ячейкам памяти микроконтроллера. Процесс отладки через JTAG не использует системные ресурсы микроконтроллера, а в программу не требуется вносить никаких "отладочных" дополнений и изменений. Контроллер интерфейса JTAG, имея доступ к внутренним шинам данных и адреса процессорного ядра, может свободно читать, изменять и добавлять различную информацию непосредственно во время работы устройства.

Функционально встроенный в микросхему контроллер JTAG состоит из двух основных блоков. Один называется контроллером порта доступа к встроенным средствам тестирования (Test Access Port Controller), а второй — встроенным внутрисхемным эмулятором (Embedded ICE), который непосредственно влияет на работу процессорного ядра и микроконтроллера в целом. Embedded ICE позволяет устанавливать специальные точки просмотра и остановки выполнения программы. Для реализации его возможностей процессорное ядро переводят в специальный отладочный режим, в котором прерывания не обрабатываются.

В микроконтроллерах фирмы Philips с ядром ARM7 для расширения возможностей аппаратной отладки к блоку Embedded ICE добавлен модуль трассировки ETM (Embedded Trace Macrocell), основная задача которого состоит в отслеживании выполнения команд и более глубокой работе с ядром. Именно он передает информацию, позволяющую определить, чем именно занят процессор в данный момент времени. Имеется возможность управлять трассировкой — производить ее не по-

стоянно, а только при исполнении заданных программистом фрагментов программы, выводить не всю имеющуюся информацию подряд, а только необходимую в конкретной ситуации. ETM использует в дополнение к стандартному интерфейсу JTAG специализированный Trace Port Analizer.

Существует еще один разработанный фирмой ARM способ аппаратной отладки — использование так называемого RealMonitor, который представляет собой располагающуюся в ПЗУ микроконтроллера резидентную программу и позволяет отлаживать программу пользователя в реальном времени. Основное преимущество заключается в том, что отладку можно начинать без установки микроконтроллера в исходное состояние и даже без его остановки. При использовании RealMonitor не составляет труда во время отладки основной программы выполнять обработку прерываний. Связь RealMonitor с компьютером происходит по каналу DCC (Debug Communications Channel), создаваемому отладчиком Embedded ICE.

На практике отладка программы в µVision IDE с использованием реального микроконтроллера происходит приблизительно так же, как и с помощью программного симулятора. Пользователь может легко переключаться с "виртуального" микроконтроллера на реальный и обратно.

Порядок разработки программы в среде µVision

Прежде всего необходимо запустит µVision IDE и выбрать пункт главного меню Project New Vision project... В открывшемся окне указать рабочую папку и имя файла проекта с расширением *.uv2. Как и во многих других случаях, желательно, чтобы полные пути к файлам (например, e:\project\arm7\flash\flash.uv2) не содержали русских букв.

После того как на экране появится окно выбора микроконтроллера, задайте в нем изготовитель (vendor) — NXP, бывший Philips; устройство (device) — LPC2148. После того как выбор сделан, IDE предложит скопировать в создаваемый проект файл стартового кода. С этим желательно согласиться, потому что создать такой файл самостоятельно довольно сложно. Стартовый код одинаков для всех микроконтроллеров семейства LPC2000.

Чтобы ввести исходный текст программы, выберите пункт меню File New и в созданном пустом окне наберите его с клавиатуры. Это может быть, например, простейшая программа "мигающий светодиод", приведенная в **таблице**. Сохраните набранный текст, дав файлу подходящее имя, например Flash.c.

Первоначально все набираемые символы имеют на экране один и тот же цвет, обычно черный. Но после успешного сохранения файла элементы текста программы будут выделены на экране разными цветами в соответствии с синтаксисом языка С. Это делает программу более наглядной. Приступая к ручному вводу текста, рекомендуется предварительно сохранить в файле содержимое вновь созданного еще пустого окна. Тогда "раскраска" текста при вводе будет происходить автоматически, что позволит избежать многих синтаксических ошибок и опечаток.

Компилятору надо сообщить, где находятся все необходимые для создания программы файлы, например, только что созданный Flash.c. С этой целью на панели Project Workspace (откройте ее, воспользовавшись пунктом меню View Project Window) добавьте этот файл в группу Source Group 1 двойным щелчком по названию группы. В результате панель примет вид, показанный на **рис. 6**. Если создаваемая программа состоит из большого числа исходных файлов, можно создавать новые группы и распределять по ним файлы нужным образом.

Открыв изображенную на **рис. 7** закладку Target окна Project→Options, задайте частоту кварцевого резонатора, интервалы адресов внешней памяти, если она имеется, тип операционной системы реального времени. Для "мигающего светодиода" следует выбрать частоту генератора 12 МГц и разрешить использование внутренней памяти (ОЗУ и ПЗУ) микроконтроллера.

На закладке Output того же окна следует отметить пункт Create HEX File. Это значит, что результатом работы должен стать HEX-файл для загрузки в микроконтроллер. Если предполагается использовать внешний программатор, то на закладке Utilities должен быть отмечен пункт Use external Tools for Flash Programming. Ниже него внесите в строку Commands путь к программе управления программатором, а в строку Arguments — параметры, которые должны быть ему переданы при вызове. Описания параметров и их рекомендуемые значения можно найти в технической документации на µVision IDE и на используемую программу.

Остальные настройки среды разработки на начальном этапе лучше оставить без изменения.

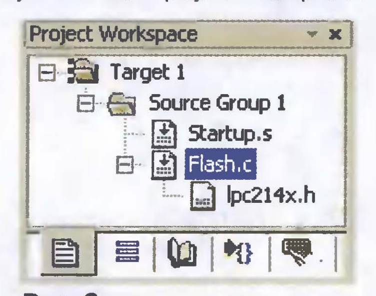


Рис. 6

```
#include <LPC214x.H>
int main (void)
{
 PINSEL2 = 0;            // Выводы P1.16-P2.31 только ввод/вывод (без отладки)
 IO1DIR = 0XFFFFFFFF;    // Выводы порта P1 - выходы
 while (1)               // Бесконечный цикл
 {
  int Count;
  for (Count=0; Count < 200000; Count++) // Выдержка 0,46 с
  IOSET1 = 0XFFFFFFFF;                   // Весь порт P1 - высокий уровень
  for (Count=0; Count < 200000; Count++) // Выдержка 0,46 с
  IOCLR1 = 0XFFFFFFFF;                   // Весь порт P1 - низкий уровень
 }
}
```

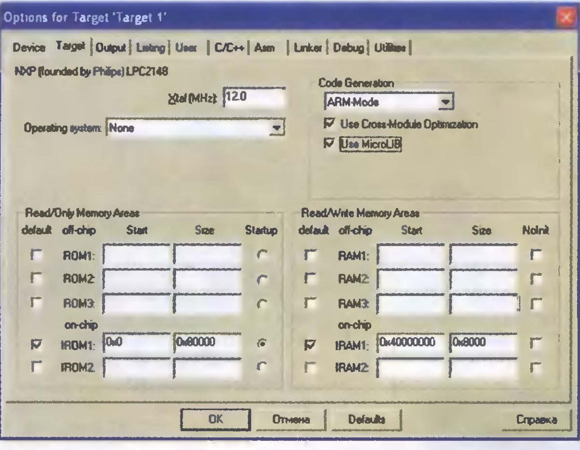


Рис. 7

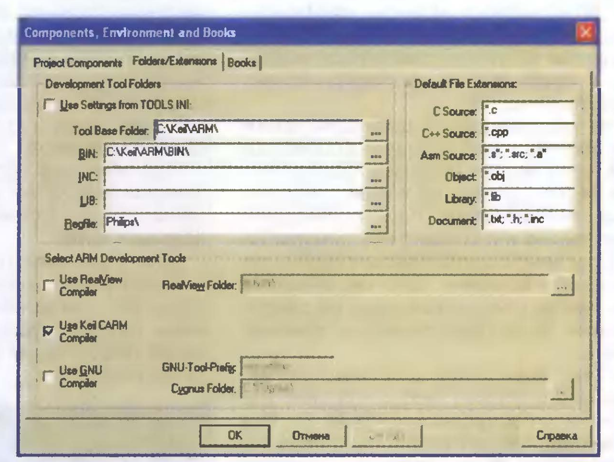


Рис. 8

Среда разработки µVision IDE может использовать несколько разных компиляторов языка С — GNU GCC, ARM RealView, Keil CARM. Чтобы выбрать нужный, откройте экранной кнопкой закладку Folder/Extensions окна Project→Manage→Components, Environment and Books (**рис. 8**). Для начального этапа освоения IDE больше всего подходит компилятор Keil CARM. Чтобы применить его, достаточно отметить на панели Select ARM Development Tools пункт Use Keil CARM Compiler.

При желании воспользоваться компилятором GNU GCC отметьте на той же панели другой пункт — Use GNU Compiler. Далее в текстовое поле GNU-Tool-Prefix введите строку arm-uclibc- (для компилятора версии 3.22), а ниже в поле Cygnus Folder укажите имя папки C:\Cygnus.

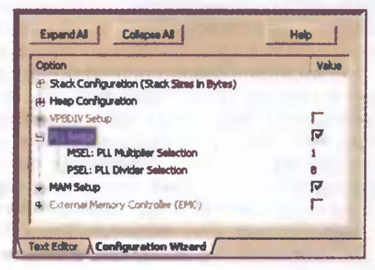


Рис. 9

Если при создании проекта к нему не был подключен файл стартового кода, это можно сделать на любом этапе, найдя вручную и подключив к проекту файл Keil\ARM\Startup\Philips\Startup.s. Для рассматриваемого проекта в стартовом коде необходимо изменить значения коэффициентов умножения (MSEL) и деления (PSEL) частоты в блоке PLL микроконтроллера. Чтобы сделать это, щелкните в окне Project Workspace по имени файла Startup.s и откройте в появившемся на экране окне закладку Configuration Wizard, а на ней — PLL Setup. Рекомендуется, как показано на **рис. 9**, установить MSEL = 1, PSEL = 8. Эти значения получены из уравнений и соответствуют тактовой частоте процессорного ядра CCLK = 12 МГц при такой же частоте подключенного к микроконтроллеру кварцевого резонатора (FOSC). FCCO — рабочая частота узла PLL (она должна лежать в интервале 156...320 МГц), М и Р — соответственно коэффициенты MSEL и PSEL. Сведения об устройстве и работе узла PLL и правилах его настройки можно почерпнуть из [3].

Не рекомендуется выбирать тактовую частоту процессорного ядра высокой, если можно обойтись более низкой. И это связано не только с ростом тока потребления при повышении частоты, но и с трудностью симуляции работы микроконтроллера в реальном масштабе времени. Это справедливо для любых отладчиков даже на современных быстродействующих компьютерах.

Когда все готово, для создания загрузочного файла (.hex) достаточно нажать на экранную кнопку Build. Эта процедура обработает только новые и измененные файлы проекта, не затрагивая те, что были откомпилированы ранее. Если стоит задача заново обработать все файлы без исключения, следует воспользоваться экранной кнопкой Rebuild.

Когда в окне Output появится сообщение, что проект не содержит ошибок и HEX-файл создан, можно приступать к его загрузке в программную память микроконтроллера. Об этой операции было подробно рассказано в [1]. При правильной установке параметров управляющей загрузкой програм-

$$CCLK = M \times FOSC \text{ или } CCLK = FCCO / (2 \times P)$$

$$FCCO = CCLK \times 2 \times P \text{ или } FCCO = FOSC \times M \times 2 \times P$$

мы вся она сведется к нажатию на экранную кнопку с пиктограммой. По ее окончании загруженная в микроконтроллер программа должна начать работать.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Карташов В.** Отладочная плата для микроконтроллера LPC2148. — Радио, 2008, № 5, с. 23—26.

2. µVision3 IDE for Microcontrollers. Quick Start. — **<http://www.keil.com/product/brochures/uv3.pdf>**.

3. Philips LPC2xxx family phase lock loop. — **<http://www.standardics.nxp.com/support/documents/microcontrollers/pdf/an10331.pdf>**.

Редактор — А. Долгий, иллюстрации — автора

Вольтметр для лабораторных источников питания

М. ОЗОЛИН, с. Красный Яр Томской обл.

Этот вольтметр предназначен для встраивания в регулируемые лабораторные источники питания. Он осуществляет измерение и индикацию на четырехразрядном цифровом светодиодном семиэлементном индикаторе напряжения в пределах 0...99,9 В. Этот интервал разбит на два поддиапазона: 0...9,99 В и 10,0...99,9 В, а их переключение осуществляется автоматически. В индикаторе не используются десятичные точки, поэтому разделение единиц и десятков вольт от десятых и сотых долей вольта осуществляется одним "погашенным" разрядом индикатора.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Его основой является микроконтроллер DD1, работающий по программе, коды которой приведены в **таблице**. Измерение напряжения и преобразование в цифровой код осуществляет встроенный в микроконтроллер DD1 10-разрядный АЦП. Диод VD1 защищает его вход от напряжения минусовой полярности, а диод VD2 ограничивает напряжение на нем на уровне 3,1...3,3 В. Дроссель L1 совместно с конденсатором C3 образуют фильтр питания аналоговой части микроконтроллера DD1. Конденсатор C1 снижает уровень помех на входе АЦП, а конденсатор C4 — на выходе PA3 микроконтроллера, на котором присутствует образцовое напряжение для АЦП (2,56 В), заданное программно.

```
:020000020000FC
:060000000FED0DBF1BC057
:10000C00B395B23041F0B33051F0B43061F0DE98BA
:10001C00B8BAC49A0CC0C498C8BAC59A08C0C598D6
:10002C00D8BAC69A04C0C69888BBDE9ABB27189566
:10003C0000246FE0FFE7F7BBD09AD69A0BBA08BA48
:10004C00F2E0F9BFFA95F3BFF1ECF7B9F3E8F6B9C2
:10005C00369A16B114FFFDCF24B135B13698333032
:10006C0009F005C0283E08F402C0D89AF1CF48EE3A
:10007C0053E01ED044E655271BD08F2D4AE018D0F4
:10008C00CF2CD62EB22EC89B07C0DC2CC62E8130AE
:10009C0008F002C0D898DCCF7894C2E0EFEFDFEF25
:1000AC00DA95F1F7EA95D9F7CA95C1F7F894D0CF5C
:1000BC00FF242417350708F404C0F394241B350BD4
:0400CC00C0F70895DC
:00000001FF
```

Пока входное напряжение менее 9,99 В, значение в регистрах данных АЦП меньше установленного порога и на выходе PA0 микроконтроллера низкий уровень. Поэтому транзистор VT1 закрыт и резисторы R1—R3 образуют делитель напряжения с коэффициентом передачи 0,25. В этом случае "светятся" первый и второй разряды индикатора HG2, которые индицируют сотые и десятые доли вольта соответственно. Третий разряд погашен, так как он является разделительным, "светится" также первый разряд индикатора HG1, который является в данном случае третьим разрядом всего индикатора вольтметра, на нем отображаются единицы вольт.

Если входное напряжение достигнет значения 10 В и более, на выходе PA0 микроконтроллера установится высокий уровень, транзистор VT1 откроется и параллельно резистору R3 через малое сопротивление сток—исток открытого транзистора будет подключен резистор R4, уменьшая коэффициент передачи резистивного делителя напряжения R1—R4 в десять раз — 0,025. В этом случае "светятся" первый (десятые доли вольта) и третий (единицы вольт) разряды индикатора HG2 (второй является разделительным и погашен), а также первый разряд (десятки вольт) индикатора HG1.

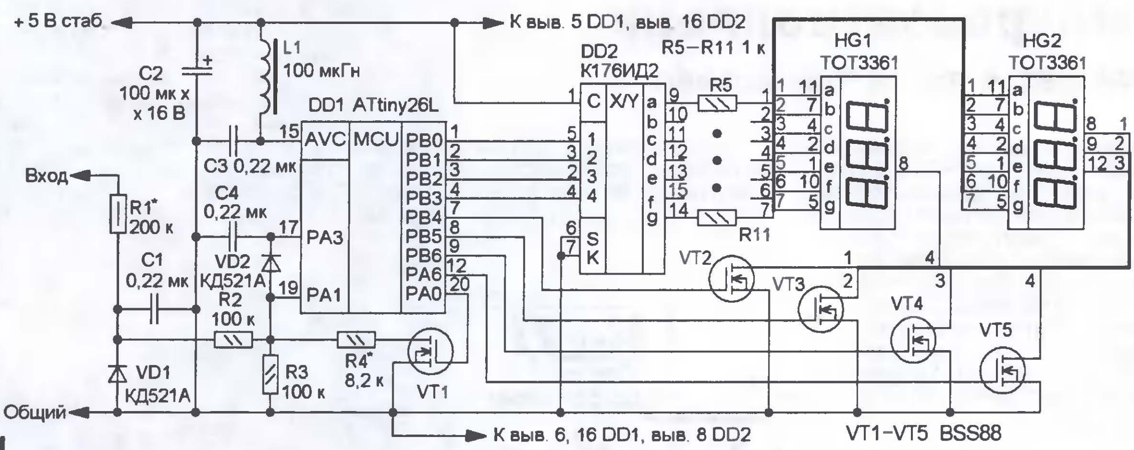


Рис. 1

Большинство деталей, кроме светодиодных индикаторов, монтируют на плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. В устройстве применены оксидные конденсаторы К50-35 или импортные, резисторы — МЛТ, С2-23, транзисторы BSS88 заменимы на BS170P, КП504А. Можно применить один четырехразрядный, два двухразрядных или четыре одноразрядных светодиодных

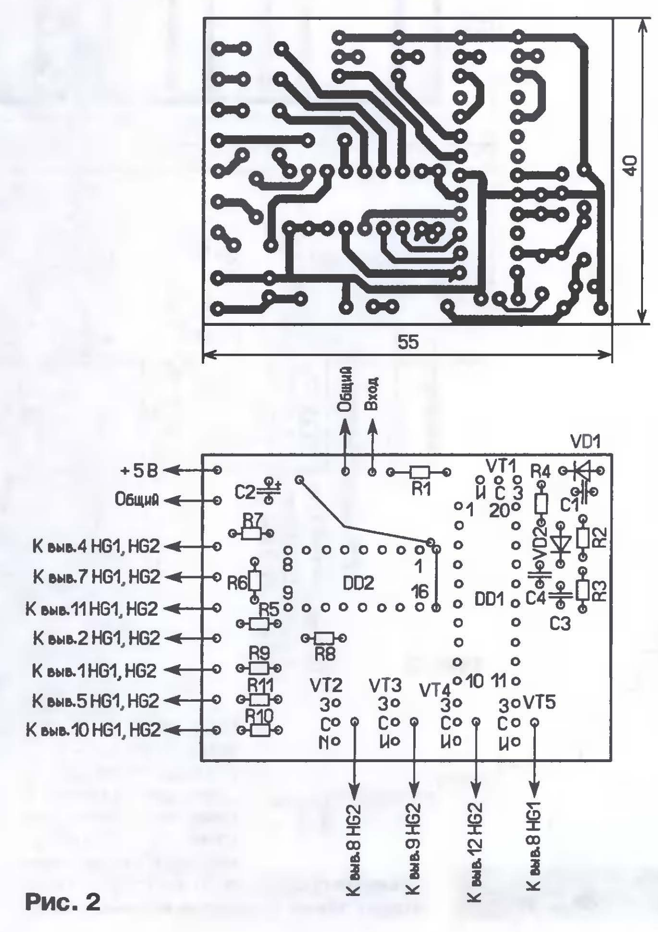


Рис. 2

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

семиэлементных индикатора с общим катодом. Дроссель L1 — ДМ-0,1 или импортный EC24, на плате он установлен между выводами 5 и 15 микроконтроллера со стороны печатных проводников. Питать устройство необходимо от стабилизированного источника напряжения, например, интегрального стабилизатора 78L05, подключив его к выходу выпрямителя источника питания. Но следует помнить, что максимальное входное напряжение стабилизатора 78L05 составляет 30 В. Средний ток, потребляемый устройством, — около 12 мА.

Налаживание сводится к подборке резисторов R1 и R4. Сначала, подав на вход напряжение около 5 В и контролируя его образцовым вольтметром, подборкой резистора R1 устанавливают на индикаторе необходимое значение. Затем увеличивают входное напряжение до 15...20 В и подборкой резистора R4 также устанавливают на индикаторе необходимое значение.

От редакции. *Программа микроконтроллера вольтметра находится на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/06/vmetr.zip>***.

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев

Зарядное устройство на микроконтроллере

А. МУРАВЬЕВ, п. Лесной Рязанской обл.

В модернизированной версии программы ("exp_charge") в режиме "Общий" взамен зарядки постоянным током реализован алгоритм ускоренной зарядки экспоненциально уменьшающимся током (**рис. 2**), описанный в [5]. Значения тока берутся из заложенных табличных данных. В этом случае устанавливают $I_{б\ макс} = C_а$, время зарядки $T_{б\ макс} \geq 180$ мин. Условия прекращения зарядки: $U_б \geq U_{б\ макс}$ или $T_б \geq T_{б\ макс}$.

Большинство деталей смонтированы на печатных платах из односторонне и двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертежи печатных плат показаны на **рис. 3—6**. С помощью винтов и стоек они собраны в единую конструкцию (**рис. 7**), соединения выполнены монтажными проводами. В эту конструкцию входит также дюралюминиевый теплоотвод толщиной 2 мм и размерами 130×60 мм, на котором через теплопроводящую изолирующую прокладку установлен транзистор VT4, а на свободном месте — кнопка SB2 "Сброс".

Применены постоянные резисторы — МЛТ, С2-33; переменный — СПО, СП3-4; подстроечный — СП3-38; каждый из резисторов R28 и R50 можно составить из двух соединенных параллельно резисторов по 1 Ом (мощностью 0,5...1 Вт). Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — К10-17, кварцевый резонатор — РГ-05, HC-49. Логические микросхемы К555ЛА7 и К555ИД7 заменимы на аналогичные из серий К155, К1533. Микроконтроллер устанавливают в панель. Микросхему КР142ЕН12А необходимо установить на теплоотвод площадью не менее 35 см², ее

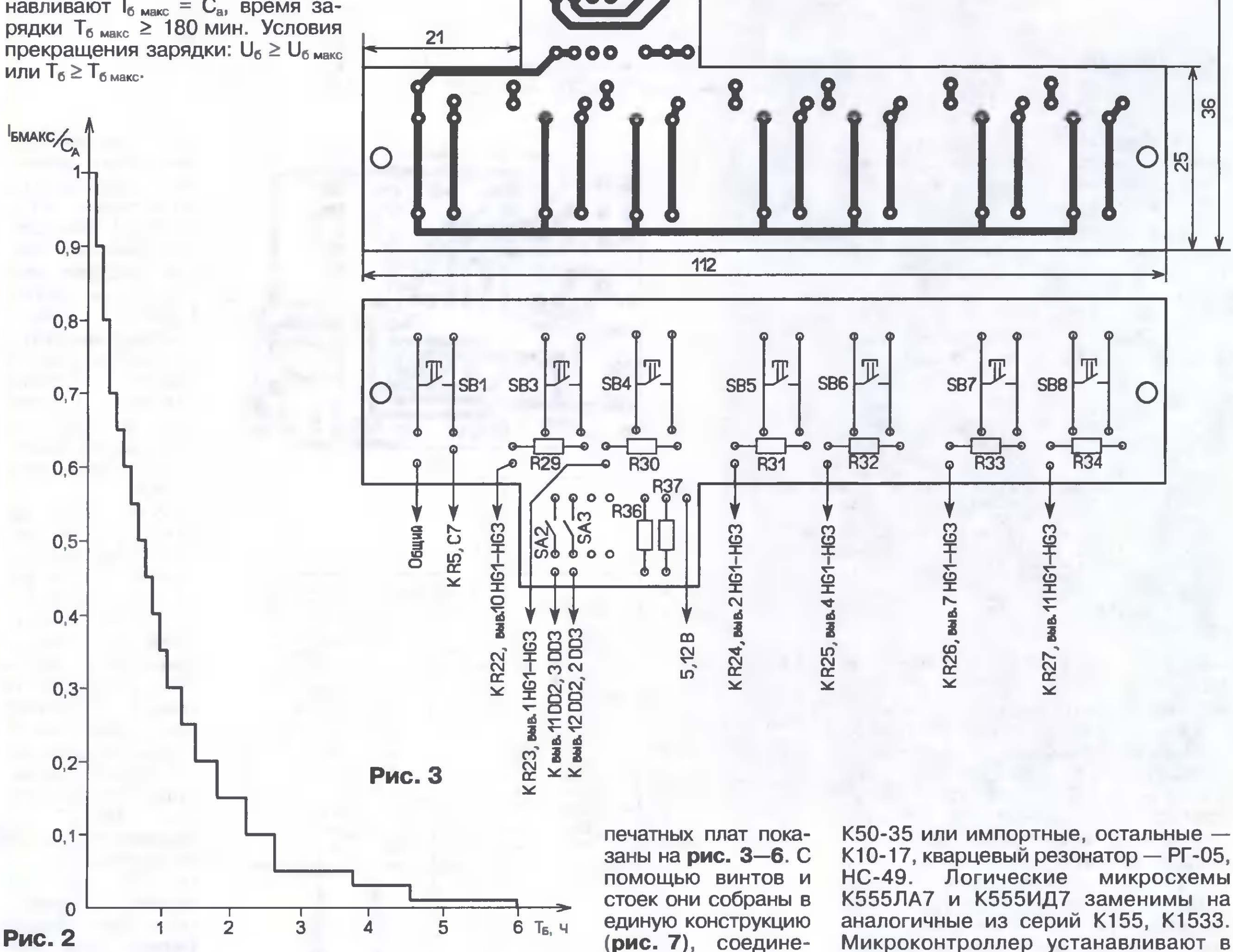


Рис. 2

Рис. 3

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2008, № 5

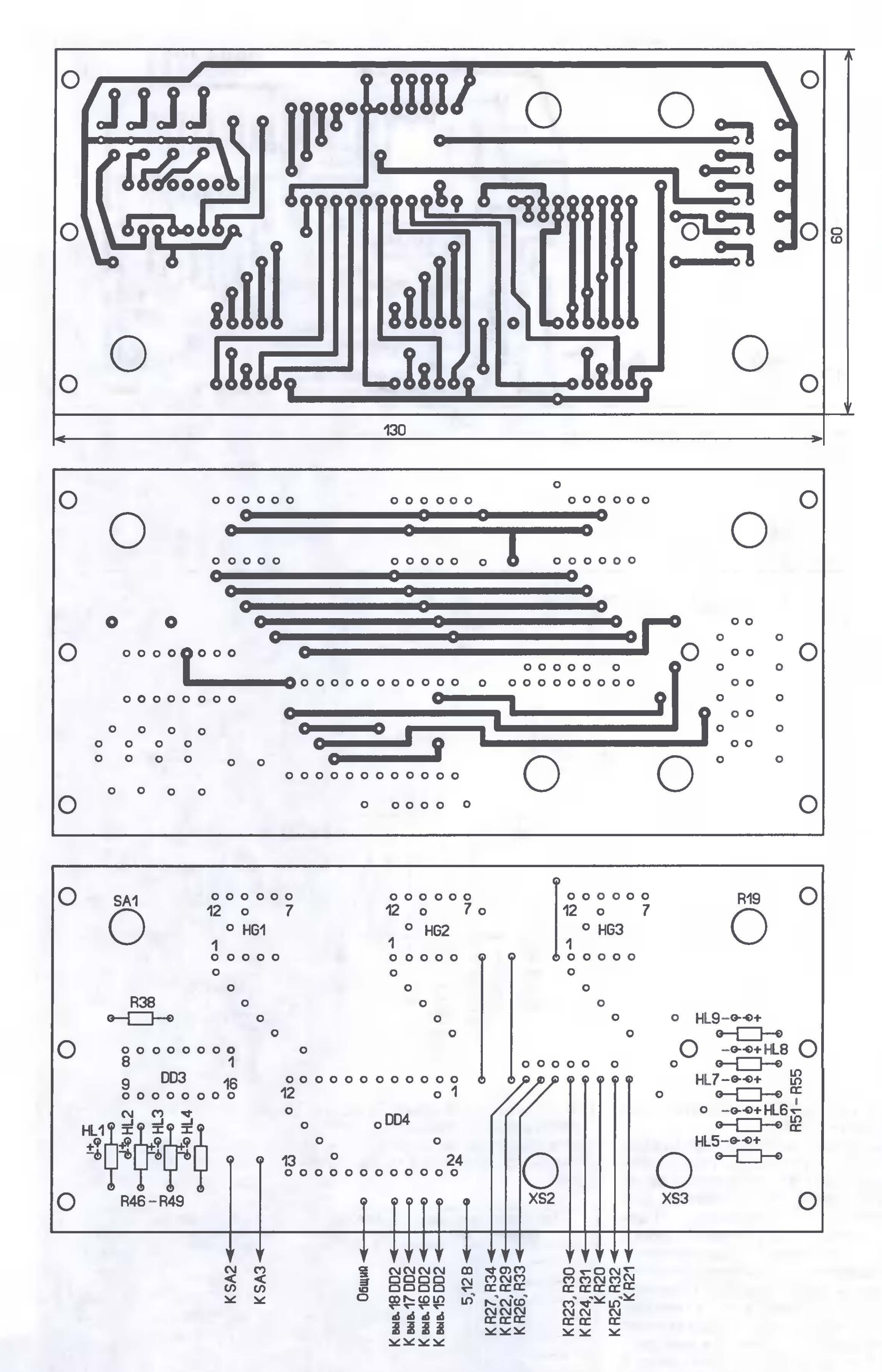


Рис. 4

можно заменить на импортный аналог — LM317T. Выключатель SA1 — МТ-3, кнопки — SDTX-210-N, дроссели L1—L3 использованы от модуля питания МП-3-3 телевизоров ЗУСЦТ-51, ЗУСЦТ-61. Сборки КД270А заменимы на отдельные диоды с барьером Шотки на ток не менее 2 А, например SR540, транзистор IRL2703 можно

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

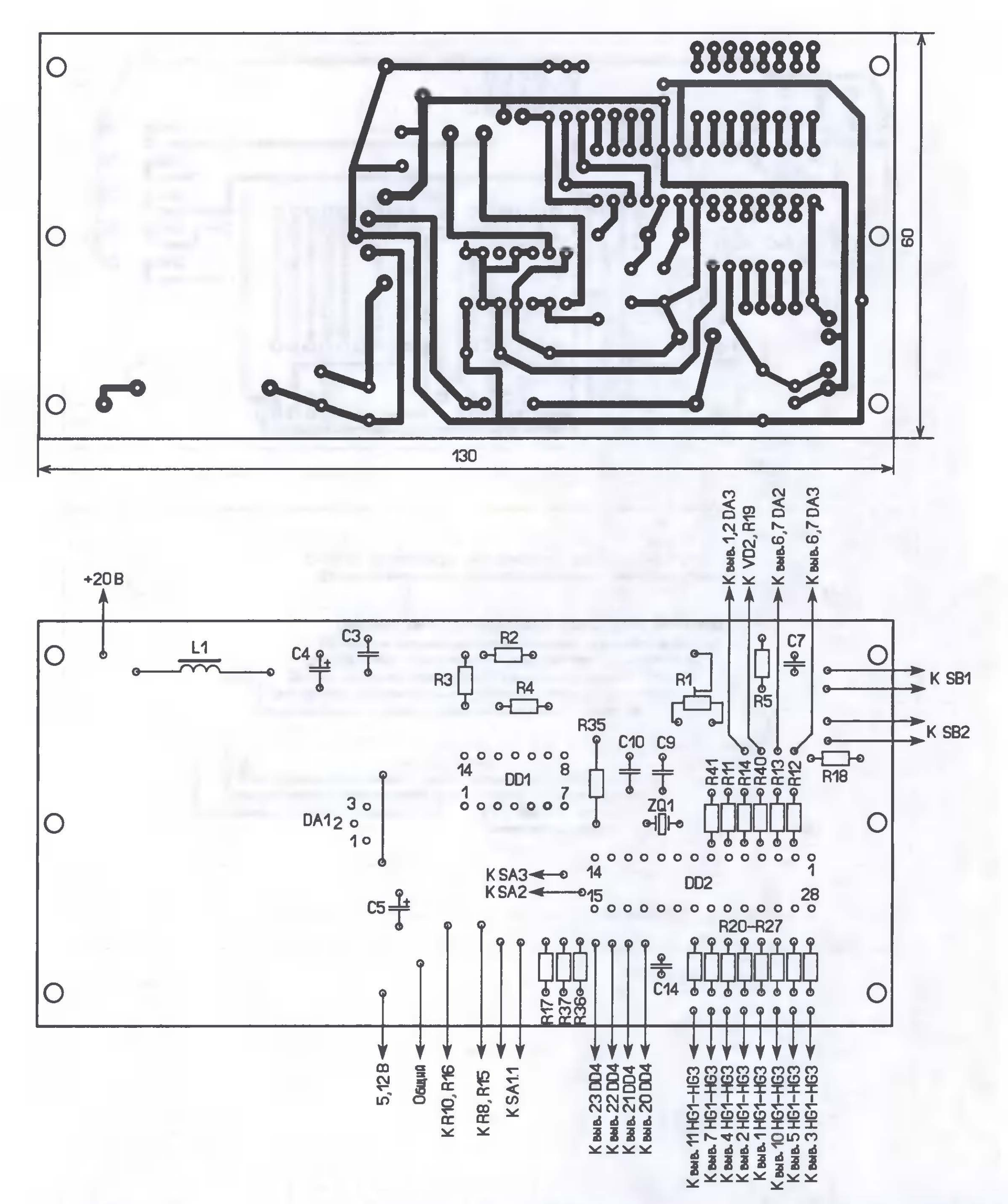


Рис. 5

заменить на IRL2505, IRFZ44N — на IRFZ48, IRF540, IRF640.

Налаживание начинают без микроконтроллера с установки подстроечным резистором R1 напряжения питания 5,12 В. Далее переключатель SA1 устанавливают в положение "Разрядка", движок подстроечного резистора R19 — в нижнее по схеме положение и временно соединяют левый по схеме вывод резистора R40 с линией питания 5,12 В. После этого к гнездам XS1 и XS2 подключают заряженную аккумуляторную батарею, а к выходу 7 ОУ DA2.2 — вольтметр (мультиметр в режиме измерения напряжения). На выходе этого ОУ напряжение должно быть равно нулю. Затем измеряется напряжение на выходах ОУ DA3.2 и DA3.1. Они должны составлять 1/2 и 1/8 часть от напряжения батареи. При необходимости подбирают сопротивления резистивных делителей R42R43 и R44R45 до получения требуемых значений.

Подключают амперметр последовательно с резистором R28 и, вращая движок резистора R19, измеряют ток, он должен изменяться от нуля до некоторого максимального значения, ко-

Тип аккумулятора, емкость, А·ч	Алгоритм зарядки	Признак остановки зарядки	$T_б$, мин.	$I_б$, А	$U_б$, В/элем.	$C_в$, А·ч
Ni-Cd (0,6)	Exp	$T_б = T_{б\ макс}$	200	0,6	1,42	0,58
Ni-Cd (0,6)	Ni-Cd	$T_б = T_{б\ макс}$	300	0,15	1,58	0,58
Ni-Cd (0,6)	Li-ion	$T_б = T_{б\ макс}$	180	0,3	1,5	0,59
Ni-Cd (0,6)	Общий*	$U_б = U_{б\ макс}$	768	0,06	1,5	0,64
Ni-Cd (0,6)	Общий	$T_б = T_{б\ макс}$	66	0,6	1,5	0,54
Ni-Cd (0,6)	Общий	$U_б = U_{б\ макс}$	75	0,6	1,6	0,52
Ni-MH (2)	Ni-Cd	$T_б = T_{б\ макс}$	300	0,5	1,42	1,8
Ni-MH (2)	Ni-Cd*	$T_б = T_{б\ макс}$	960	0,2	1,43	1,85
Ni-MH (2)	Li-ion	$T_б = T_{б\ макс}$	160	1,0	1,45	1,8
Li-ion (0,7)	Li-ion	$I_б = I_{б\ кон}$	175	0,35	4,2	0,75

* Стандартная зарядка, рекомендованная производителем

Рис. 6

торое не должно превышать 3 А. После этого устанавливают микроконтроллер на место и подают питающее напряжение. Правильно собранная цифровая часть и преобразователь напряжения в налаживании не нуждаются.

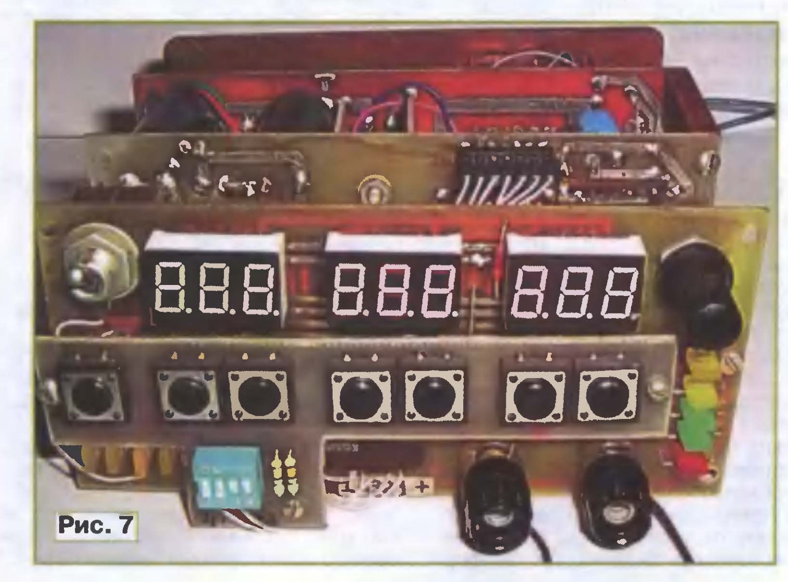


Рис. 7

Источник питания ЗУ должен обеспечивать ток до 1,2 А при напряжении (нестабилизированном) 20 В. Если не требуется заряжать батареи напряжением свыше 9 В, напряжение источника питания может быть снижено до 15 В.

Автором были проведены испытания ЗУ на различных типах аккумуляторных батарей. Достигнутая в процессе зарядки емкость C_a определялась последующей разрядкой током $I_p = 0{,}1 \cdot C_a$ до напряжения, соответствующего полной разрядке. Результаты испытаний приведены в **таблице**.

ЛИТЕРАТУРА

5. **Евсиков М.** Устройство для быстрой зарядки аккумуляторов. — Радио, 2003, № 5, с. 27—29.

***От редакции**. Текст и коды программ микроконтроллера находятся на нашем FTP-сервере по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/06/chargem.zip>**.*

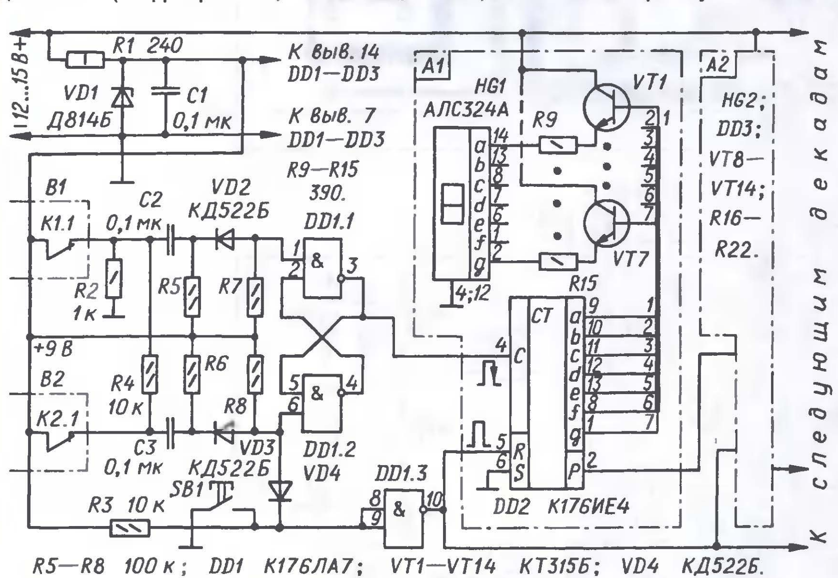
Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев, фото — автора

Однонаправленный счетчик

Л. КОМПАНЕНКО, г. Москва

Устройство предназначено для подсчета числа автомашин, заезжающих на стоянку (или уезжающих с нее), людей, входящих в помещение (или выходящих), предметов, перемещающихся на ленте конвейера, для использования в системах охранной сигнализации и т. п. Счетчик работает от двух датчиков (инфракрасных, световых, магнитных, контактных или иных), установленных так, чтобы каждый перемещающийся объект вызывал срабатывание сначала первого из них, а затем второго. Выходные замкнутые пары контактов датчиков, размыкающиеся при срабатывании, управляют счетчиком.

На **рисунке** представлена схема счетчика, состояние которого увеличивается на единицу при срабатывании сначала датчика B1, а затем B2. Контакты K1.1 и K2.1 принадлежат исполнительным реле датчиков. При размыкании контактов K1.1 датчика B1 минусовый перепад напряжения с резистора R2 через цепь C2VD2 поступает на верхний по схеме вход RS-триггера, собранного на элементах DD1.1, DD1.2, и на резистор R4.



Если триггер находился в нулевом состоянии (низкий уровень на выводе 3), то он переключится в единичное, а если в единичном, то в нем и останется. При размыкании контактов K2.1 датчика B2 и разомкнутых контактах K1.1 низкий уровень напряжения с резистора R2 через резистор R4 и цепь C3VD3 поступает на нижний вход триггера и переключает его в нулевое состояние.

Это вызовет переключение счетчика DD2 по входу C из нулевого состояния в единичное. Нулевое показание индикатора HG1 сменится на единицу. Следующее срабатывание датчиков переведет счетчик DD2 в состояние 2, и на индикаторе HG1 появится "двойка".

Десятое срабатывание датчиков обнуляет счетчик DD2 и индикатор HG1. Импульс переноса с выхода счетчика DD2 переключает в состояние 1 счетчик DD3 второй декады. Индикаторы HG1, HG2 высвечивают число 10. Число декад счетчика можно увеличить до пяти—восьми — ограничение могут наложить только возможности стабилизатора напряжения VD1R1.

Нажатием на кнопку SB1 устанавливают счетчик в нулевое состояние. При этом благодаря диоду VD4 обнуляется и триггер DD1.1, DD1.2.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Форсированное включение электромагнита

С. РЫЧИХИН, г. Первоуральск Свердловской обл.

Промышленность широко использует разнообразные исполнительные механизмы с пневмо- и гидроприводом, управляемые от электромагнитных клапанов постоянного тока. В ряде практических ситуаций напряжения в питающей клапан линии не хватает для надежного его срабатывания, что заставляет использовать устройства форсированного включения.

Несмотря на то что журнал уже писал о способах решения этой проблемы, мы считаем целесообразным вернуться к ней еще раз.

Наибольшее распространение получили клапаны с включающим электромагнитом на напряжение 24 В. Важнейшие характеристики клапана — ток (напряжение) включения и удержания. Ток включения превышает ток удержания в несколько раз (для клапана ПЭ35В, например, в три раза). Сопротивление постоянному току катушки этого клапана равно 18 Ом, рабочее напряжение — 24 В, рабочий ток — 1,25 А.

При большой длине питающей клапан линии на ней падает значительная часть напряжения. Так, при длине линии 200 м и сечении медного провода 1,5 мм^2 ее сопротивление достигает 4,5 Ом, что вызовет падение напряжения, равное 4,8 В (ток в цепи $\frac{24\text{ В}}{4{,}5\text{ Ом}+18\text{ Ом}}=1{,}067$ А; по этой причине падение напряжения в линии 24 В – 1,067 А×18 Ом = 4,8 В). В результате значительно снижается надежность срабатывания исполнительного механизма. Использовать провод большего сечения или увеличивать напряжение питания системы не всегда бывает приемлемо.

В подобных случаях чаще применяют форсирование напряжения на электромагните в момент его включения. Одно из таких устройств описано в статье В. Костюка "Форсирующий электронный коммутатор" в "Радио", 1993, № 10, с. 32. Предлагаемый мной коммутатор, в отличие от упомянутого, не требует двух источников питания, так как форсирующее напряжение в нем накапливает конденсатор, включаемый последовательно с источником питания. Кроме повышения надежности срабатывания клапана, форсирование увеличивает его быстродействие.

Устройство может быть использовано и для экономичного режима работы электромагнита, когда полное напряжение подают на катушку в момент включения, а затем снижают до порога удержания. Для этого источник питания выбирают по напряжению удержания, а напряжение форсирования должно превышать напряжение включения.

Схема такого устройства форсирования показана на **рис. 1**. При подаче напряжения питания 24 В транзисторы VT1 и VT2 закрыты, контакты K1.1 разомкнуты. Батарея форсирующих конденсаторов C1—C3 заряжается до напряжения питания через диод VD2 и резистор R3.

Включают электромагнит Y1 контакты K1.1 исполнительного реле K1 системы автоматики (на схеме оно не показано). При замыкании контактов K1.1 напряжение питания через резистивный делитель R6R7 и цепь C5R5C4R4 поступит в виде импульса на базу транзистора VT1. Длительность импульса выбрана равной времени форсирования электромагнита, т. е. времени полной разрядки конденсаторов C1—C3. Транзистор VT1 откроется, вслед за ним откроется и VT2, подключив заряженную форсирующую батарею C1—C3

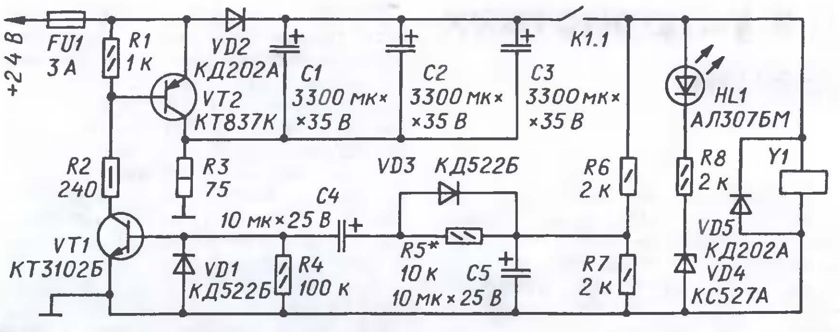


Рис. 1

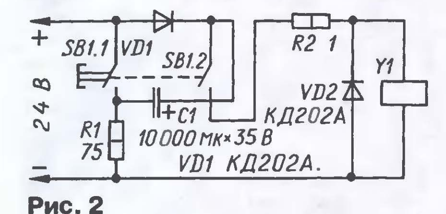


Рис. 2

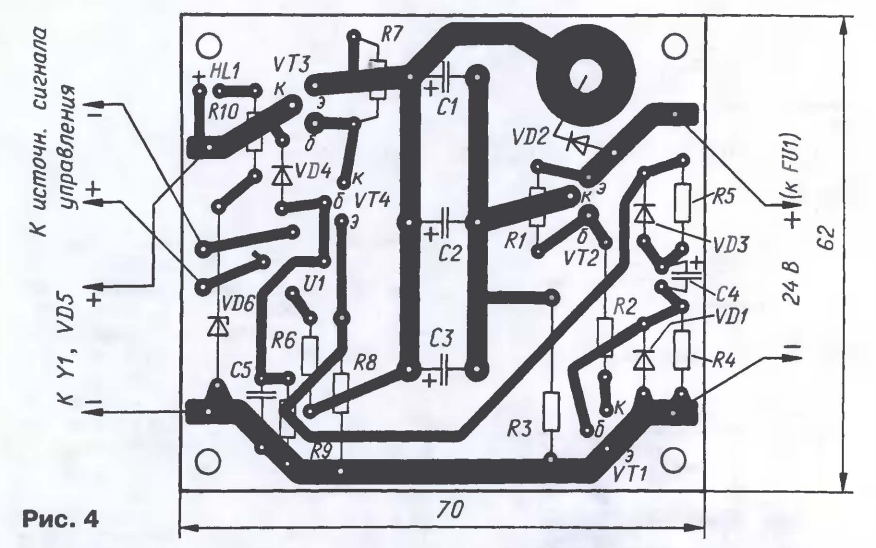


Рис. 3

Рис. 4

последовательно с источником питания. Суммарное напряжение, подаваемое на исполнительный электромагнит Y1, будет равно 48 В, что обеспечит надежное его срабатывание.

В дальнейшем после разрядки форсирующей батареи напряжение на электромагните снизится до 24 В. Через промежуток времени, определяемый постоянной времени цепи C5R5C4R4, транзисторы VT1 и VT2 закроются. Начнется новый цикл зарядки конденсатора C1. При повторном замыкании контактов K1.1 процесс повторяется. Диоды VD1 и VD3 ускоряют разрядку конденсатора C4 после размыкания контактов K1.1. Светодиод HL1 сигнализирует о работе устройства форсирования вспыхиванием в момент включения.

Повторное включение клапана возможно не ранее чем через 2 с. Если предполагаются более редкие включения, мощность резистора R3 можно уменьшить до 0,5 Вт. Диод VD5 предназначен для гашения всплесков напряжения самоиндукции, возникающих в катушке Y1 в момент ее отключения. Предохранитель FU1 защищает источник питания от перегрузок.

Для клапана ПЭ35В оптимальная емкость форсирующего конденсатора равна примерно 10000 мкФ. Время форсирования — 0,1...0,15 с. Для подборки форсирующего конденсатора к клапану другого типа следует собрать пробное устройство по схеме на **рис. 2**. Подключив осциллограф параллельно резистору R2, контролируют значение тока через катушку Y1. Конденсатор C1 должен обеспечивать импульс тока через катушку электромагнита, равный удвоенному значению номинального тока.

Закончив с подборкой форсирующего конденсатора, устанавливают время нахождения транзисторов открытыми подборкой резистора R5 (см. рис. 1). Для этого его временно заменяют переменным, сопротивлением 33 кОм. Включают параллельно батарее конденсаторов C1—C3 осциллограф и, включая—выключая нагрузку, устанавливают движок переменного резистора в такое положение, при котором батарея разряжается через катушку полностью. При неполной разрядке ее емкость будет использоваться неэффективно.

Степень разрядки батареи определяют по показаниям осциллографа — напряжение должно снизиться до уровня, соответствующего 2...3 % от первоначального значения. Полученную выдержку времени желательно увеличить на 10...15 %.

Схема более совершенного варианта устройства форсирования показана на **рис. 3**. Оно работает аналогично предыдущему, но дополнено электронным переключателем с оптронной гальванической развязкой управляющего сигнала и защитой от замыкания в нагрузке. При поступлении сигнала управления обратное сопротивление фотодиода оптрона U1 уменьшается, транзистор VT4 открывается. На резисторе R8 появляется напряжение, которое включает узел форсирования, а открывшийся транзистор VT3 пропускает импульс тока к обмотке Y1.

Если в ее цепи произошло аварийное замыкание, транзисторы VT4 и VT3 закрываются и ток в управляемой цепи прекращается.

Как показала практика, индуктивностью электромагнита и переходными процессами в его цепи можно пренебречь.

Чертеж печатной платы для более сложного — второго — варианта устройства показан на **рис. 4**. Она изготовлена из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм.

В устройстве можно использовать транзисторы серии КТ837 с буквенными индексами В, Е, К, Н, С или любые из серии КТ818. Транзистор VT2 цепи форсирования в теплоотводе не нуждается, а VT3 желательно установить на теплоотвод с полезной площадью поверхности 2...3 см^2, так как на нем все же выделяется небольшая мощность (около 0,5 Вт). Вместо КТ3102Б подойдут транзисторы КТ31012В, КТ3102Д. Светодиод HL1 — любой. Стабилитрон заменим на любой с напряжением стабилизации 24...27 В либо на два маломощных двенадцати- или тринадцативольтных, включенных последовательно.

Оптрон АОД101 с буквенным индексом Б или Е. Диод VD2 также следует установить на теплоотвод площадью около 5 см^2. Остальные диоды (кроме VD5) — любые импульсные кремниевые серий КД522, КД510 с обратным напряжением не менее 30 В. Конденсаторы C1—C3 — импортные, серии SR.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ИК лазерный диод в устройствах охранной сигнализации

Ю. ВИНОГРАДОВ, г. Москва

Появившиеся на нашем рынке относительно недорогие инфракрасные (ИК) лазерные диоды со встроенной оптической системой, формирующей узкий луч*, могут быть использованы в оптических датчиках и в линиях связи охранных систем. Один из таких лазерных диодов — SV5637-001.

Технические характеристики

Выходная мощность при токе 12 мА, мВт 1,5
Угол расхождения луча по уровню половинной мощности, град. 4
Ток включения, мА ....1,5...7 (3,5 тип.)
Крутизна характеристики, мВт/мА 0,3
Прямое напряжение при токе 12 мА, В ....1,5...2,2 (1,75 тип.)
Длина волны при $I_п$ = 12 мА, нм ....830...870 (850 тип.)
Температурный коэффициент тока включения, мА/°С ....-0,042...0,042
Температурный коэффициент крутизны характеристики, мВт/мА/°С ....-0,001
Дифференциальное сопротивление при токе 12 мА, Ом ....15...40
Диапазон рабочих температур, °С ....0...70
Температура хранения, °С ...-40...100
Максимальный постоянный ток, мА 15
Максимальное обратное напряжение, В 5

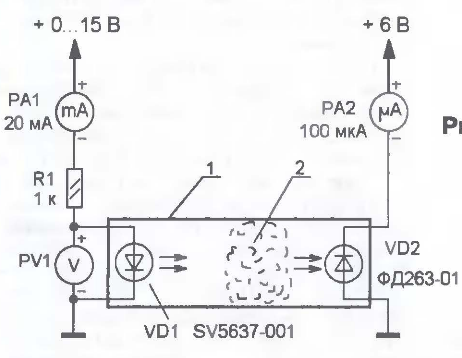


Рис. 1

Особенность лазерного диода — ток включения $I_{тн}$. ИК излучение возникает при токе, превышающем $I_{тн}$. Поскольку разброс этого параметра довольно велик, рекомендуется уточнить его значение опытным путем. Это можно сделать так, как показано на **рис. 1**. В светонепроницаемую трубку 1 длиной несколько сантиметров с одной стороны устанавливают лазерный диод SV5637-001, а с другой — подходящий по спектру фотодиод (у автора — ФД263-01). Между ними в трубке помещают рассеиватель света — распушенный комочек ваты. Изменяя напряжение источника питания, контролируют ток $I_п$ через лазерный диод, прямое напряжение $U_п$ на нем, а также ток фотодиода $I_{фд}$. Экспериментальные результаты приведены в **таблице**, при токе 4,4...4,5 мА показания вольтметра были неустойчивы. Оказалось, что ток включения составил около 4,4 мА и лишь немного превысил типовое значение.

$I_п$, мА	$U_п$, В	$I_{фд}$, мкА
3	1,56	0
4	1,6	0
4,5	—	0,3
5	1,64	1,4
6	1,69	3,4
7	1,72	5,5
8	1,75	8,3
9	1,78	11,3
10	1,81	14,2

Принципиальная схема экономичного импульсного ИК генератора с лазерным диодом показана на **рис. 2**. Этот генератор может найти применение в охранных системах различного назначения. На логических элементах DD1.1 и DD1.2 собран генератор прямоугольных импульсов, работающий на частоте F ≈ 0,7/R2C1 ≈ 5 Гц. Логический элемент DD1.3 — буферный, спад импульса на его выходе с помощью RC-цепи C2R3 преобразуется в короткий (0,7R3C2 ≈ 0,5 мс) "единичный" импульс на выходе элемента DD1.4, который открывает электронный ключ, собранный на транзисторах VT1, VT2, и подключает лазерный диод VD1 к источнику питания.

Ток через лазерный диод задает полевой транзистор VT3. Поскольку начальный ток этих транзисторов имеет

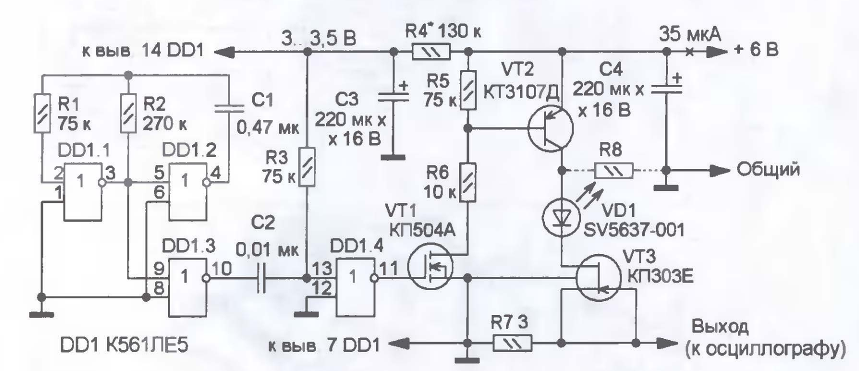


Рис. 2

Рис. 3

большой разброс, подбирают экземпляр с током 8...12 мА. Транзистор включают так, как показано на **рис. 3**. Одновременно выясняют и $U_{VT3\ мин}$ — минимальное напряжение на стоке, при котором начальный ток уменьшается не более чем на 5...10 %. Желательно, чтобы напряжение $U_{VT3\ мин}$ было не более 2,5...3 В.

Резистор R7 выполняет функции датчика тока, и он нужен лишь для подключения осциллографа. Это не только позволит визуально проконтролировать импульсы тока в лазере, но и определить их амплитуду, длительность и частоту следования. Для

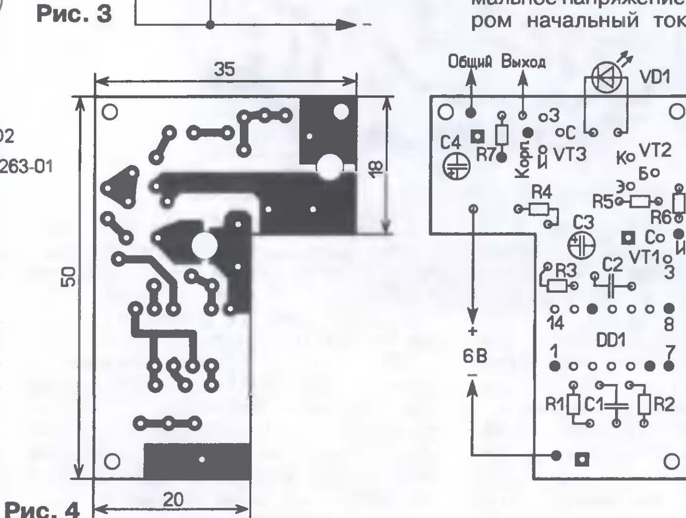


Рис. 4

* *Если в газовых и твердотельных лазерах угол расхождения излучения может составлять доли градуса, то в неохлаждаемых полупроводниковых лазерах он достигает значения 40°. Но монохроматичность лазерного излучения, а главное, малые размеры самого излучателя позволяют с помощью несложных оптических средств, например, линзы соответствующей апертуры, сформировать луч с малым углом расхождения.*

РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-28-38

снижения общего энергопотребления в цепь питания микросхемы DD1 введен резистор R4. Его сопротивление должно быть таким, чтобы напряжение питания микросхемы было 3...3,5 В. Если ИК генератор будет работать в системе синхронного детектирования, сигнал на детектор снимают с коллектора транзистора VT2, в этом случае необходимо установить резистор R8 (30...100 кОм).

Детали монтируют на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертеж которой показан на **рис. 4**. Фольгу со стороны установки деталей используют в качестве общего провода. Места соединения с ней "заземляемых" выводов деталей показаны черными точками. В местах пропуска выводов деталей через отверстия в фольге вытравливают защитные кружки диаметром 2 мм (на рис. 4 не показаны). Места проволочных перемычек, соединяющих металлизацию двух сторон печатной платы, показаны черными квадратами со светлой точкой в центре. Вокруг отверстий диаметром 3,5 мм (2 шт.) для пропуска выводов конденсаторов С3 и С4 в фольге должны быть вытравлены защитные кольца шириной 0,5 мм.

Все резисторы — МЛТ 0,125. Оксидные конденсаторы — импортные, их желательно подобрать с током утечки не более 1 мкА, конденсаторы С1 и С2 — КМ-6, К10-17. Габариты лазерного диода SV5637-001 невелики, и его впаивают как обычный излучающий ИК диод. Корпус генератора с отсеком для размещения батареи питания — GP476A (вырез в печатной плате — для нее) можно склеить из ударопрочного полистирола.

Как показали испытания, ток, потребляемый генератором, не превышал 35 мкА. Без сколько-нибудь существенного ослабления ИК импульсов батарея может быть разряжена до напряжения $U_{пит\ мин} \approx U_{VT3\ мин} + U_п$. С батареей 476 (емкость 100...150 мА·ч) генератор проработает не менее трех месяцев. Источником питания генератора может быть и батарея напряжением 9 В — "Крона", "Корунд", 6F22, потребляемый ток при этом увеличится до 50...52 мкА. А если это будет литиевая батарея SLM9V, то ее емкости хватит на несколько лет непрерывной работы ИК генератора.

Для сравнения лазерного диода SV5637-001 с ИК диодами (см., например, **Юшин А. М.** Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги: Справочник. Т.1 — М.: РадиоСофт, 1998) воспользуемся зависимостью $L \sim \sqrt{P}/\varphi$, где L — расстояние, на котором создается определенная освещенность окна фотоприемника; P — мощность; φ — угол излучения источника.

Нетрудно убедиться в том, что по "дальнобойности" этот маломощный лазерный диод сравним с излучающими ИК диодами средней мощности. Но по много меньшему энергопотреблению (≈10 раз) он вне конкуренции.

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев

Устройство дистанционного контроля исправности пьезоэлектрических датчиков

М. СУББОТИН, г. Москва

Этот прибор предназначен для проверки технического состояния пьезоэлектрических датчиков, используемых в составе каналов измерения уровня вибрации крупных роторных машин (турбогенераторов, перекачивающих агрегатов) и входящих в состав систем их аварийной защиты.

Опасность последствий аварии заставляет предъявлять повышенные требования к надежности измерительного канала и, прежде всего, датчика, поскольку он эксплуатируется в самых тяжелых условиях, существующих на данном объекте. Возникает необходимость контроля его свойств как средства измерения чаще, чем это делается при периодических (обычно один раз в год) поверках. Поскольку нередко датчик установлен в труднодоступном месте (например, под кожухом агрегата), контроль должен проводиться дистанционно.

Способ контроля [1], реализованный в описываемом устройстве и дающий такую возможность, основан на том, что пьезоэлектрический преобразователь датчика обратим, он генерирует электрический сигнал при механическом воздействии на него и испытывает механическую деформацию при подаче электрического напряжения. В обоих случаях уровень реакции на воздействие определяется одним и тем же коэффициентом, называемым пьезомодулем.

Инерционность датчика как механической системы определяется частотой его свободных колебаний, зависящей, прежде всего, от свойств самого датчика, но кроме этого, и от механических свойств контактирующей с датчиком части объекта. Ее называют частотой установочного резонанса (УР). Электрическая же инерционность не связана с механической и определяется в первом приближении произведением емкости датчика с кабелем и активным сопротивлением его нагрузки. Частотный спектр вибрации, измеряемой датчиком, всегда лежит ниже частоты УР (иначе результат измерения будет недостоверным), занимая, как правило, область от нуля до 0,2...0,3 ее значения.

Для подключения к описываемому устройству контроля датчик отсоединяют от аппаратуры, с которой он работает. На него подают постоянное напряжение, заряжающее его емкость и деформирующее пьезоэлемент. Длительность этой операции должна быть такой, чтобы все переходные механические и электрические процессы успели закончиться. После этого отключают источник напряжения от датчика и присоединяют к выводам последнего небольшое активное сопротивление на время (обычно несколько десятков микросекунд), достаточное для практически полной разрядки емкости датчика. Механическая деформация пьезоэлемента не может изменяться с той же скоростью, его возвращение в начальное состояние происходит в виде затухающих колебаний с частотой УР. Пьезоэлемент преобразует эти колебания в электрический сигнал, который регистрируют, например, запоминающим осциллографом. Признаком нормального состояния датчика служит неизменность формы и уровня сигнала при неоднократном контроле.

Основные узлы устройства контроля — два одновибратора, задающие длительность интервалов замыкания и регистрации, и два коммутатора. Возбуждение колебаний спадом импульса при стабильной продолжительности замыкания позволяет добиться хорошей повторяемости уровня и формы электрического сигнала, что необходимо для метрологических операций.

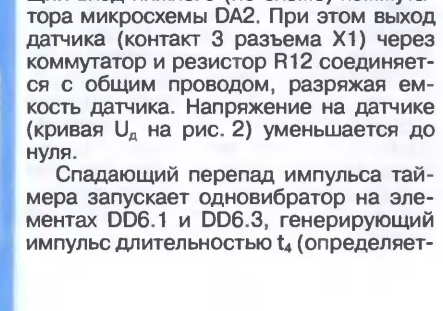
Описываемый вариант прибора несколько сложнее. Так как запоминающий осциллограф дорогой и сравнительно редкий прибор, процесс контроля сделан циклическим, что дало возможность пользоваться обычным осциллографом. Для большей достоверности определения частоты УР введен фильтр, подавляющий высокочастотные помехи. Имеется автономный низковольтный источник питания и измеритель частоты УР со светодиодным индикатором.

Схема устройства представлена на **рис. 1**. Мультивибратор на элементах DD1.1 и DD1.2 вырабатывает импульсы прямоугольной формы. С выхода элемента DD1.2 импульс длительностью t_1 поступает на управляющий вход коммутатора DA1.3. Во время его действия через замкнутый коммутатор на вход подключенного к разъему X1 датчика по цепи R14R15HL3 поступает напряжение зарядки +12 В (кривая $U_з$ на **рис. 2**). Емкость датчика заряжается до этого напряжения. Светодиод HL3 предназначен для сигнализации о замыкании в цепи датчика.

Импульс, инверсный относительно рассмотренного, поступает с выхода элемента DD1.1 через дифференцирующую (C2R6) и интегрирующую (C4R11) цепи на входы элемента DD1.3. На его выходе формируется импульс низкого логического уровня, расположенный в паузе между импульсами зарядки, но имеющий меньшую, чем пауза, длительность t_2. Через дифференцирующую цепь C6R18 спадающий перепад этого импульса запускает

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 1



одновибратор на таймере DA6, импульс которого длительностью, определяемой параметрами цепи R21C7 (интервал t_3 на рис. 2), поступает на управляющий вход нижнего (по схеме) коммутатора микросхемы DA2. При этом выход датчика (контакт 3 разъема X1) через коммутатор и резистор R12 соединяется с общим проводом, разряжая емкость датчика. Напряжение на датчике (кривая $U_д$ на рис. 2) уменьшается до нуля.

Спадающий перепад импульса таймера запускает одновибратор на элементах DD6.1 и DD6.3, генерирующий импульс длительностью t_4 (определяется параметрами цепи C13R31R53). Через инвертор DD6.2 импульс поступает на вход управления верхним (по схеме) коммутатором микросхемы DA2. Напряжение с датчика, имеющее теперь колебательный характер, через дифференцирующую цепь C5R16 подается на вход усилителя на ОУ DA4, к выходу которого через резистор R25 переключателем SA3 подключен либо конденсатор C8 (режим "Индикация"), либо резистор R27 (режим "Диагностика"). В первом случае образуется сглаживающий фильтр, во втором — частотонезависимый делитель напряжения. Далее сигнал поступает на

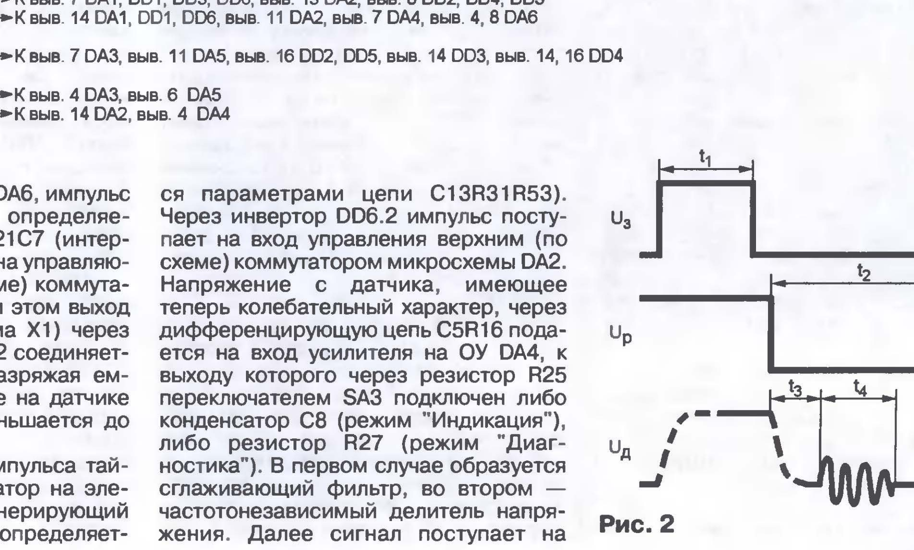


Рис. 2

разъем X2, к которому подключают осциллограф или другой регистратор. На этот же разъем выведен импульс синхронизации, совпадающий по времени с началом интервала t_3.

Остальные узлы устройства образуют измеритель частоты УР. Сигнал датчика с помощью усилителя DA3 и компаратора напряжения DA5 преобразуется в серию импульсов стандартной амплитуды. Коэффициент усиления (10 или 20) выбирают переключателем SA2, состояние которого указывают светодиоды HL1 и HL2.

Подсчет импульсов с выхода компаратора в течение 1 мс дал бы значение частоты УР в килогерцах. Однако такой способ оказался неприемлемым, поскольку собственные колебания современных пьезодатчиков затухают значительно быстрее. Поэтому пришлось считать импульсы за несколько более коротких интервалов суммарной длительностью 1 мс. Эксперимент показал, что двух интервалов по 500 мкс вполне достаточно.

Счет происходит следующим образом. После нажатия на кнопку SB2 "Уст. 0" счетчик DD2.1 устанавливается в состояние готовности к счету, индицируемое светодиодом HL4 "Готовность", а счетчики DD4 и DD5 — в нулевое состояние. Длительное нажатие на кнопку SB1 "Пуск" открывает коммутатор DA1.1, и тактовые импульсы с выхода элемента DD1.2 проходят через открытый коммутатор DA1.2 на счетчик DD2.1. На два входа элемента DD3.2 сигналы поступают с выходов 2 и 4 счетчика, а на его третий вход — с выхода элемента DD6.2. В результате высокий уровень на выходе элемента DD3.3 существует только во время рабочих тактов, следующих после шестого и седьмого импульсов зарядки (считая с момента нажатия на кнопку SB1). Восьмой импульс устанавливает высокий уровень на выходе 8 счетчика DD2.1, что через инвертор DD3.1 закрывает коммутатор DA1.2. Поступление импульсов на вход счетчика DD2.1 прекращается, а светодиод HL4 гаснет. Теперь кнопку SB1 можно отпустить.

Выход элемента DD3.3 соединен с управляющим входом коммутатора DA1.4, включенного между выходом компаратора DA5 и входом счетчика DD4. Индикация состояния счетчиков DD4 и DD5 осуществляется не совсем обычно — с помощью двух декадных линеек из светодиодов HL5—HL24. Сделано это для уменьшения потребляемого тока: суммарное потребление всех названных светодиодов в любом случае не превышает 8 мА. К сожалению, еще более экономичные ЖКИ не подходят из-за недостаточного интервала рабочей температуры. Диоды VD1—VD3 введены для уменьшения переходных помех.

Все конденсаторы в устройстве — керамические, причем C7 и C13 должны иметь малый ТКЕ, они могут быть и иными, например слюдяными. Термостабильными (например, С2-31) должны быть и резисторы R21 и R31. Переключатели — движковые малогабаритные B1561. Однако вместо SA3 лучше использовать кнопку с контактами на переключение, например PS580N. Положение контактов при отпущенной кнопке должно совпадать с показанным на схеме рис. 1.

Тип разъема X1 зависит от того, какие датчики предполагается проверять наиболее часто. Автором использована блочная вилка РС-4ТВ, поскольку основную массу отечественных промышленных вибродатчиков образуют пьезоэлектрические акселерометры АВС и АНС с кабельными розетками РС-4ТВ, назначение контактов которых соответствует показанному на схеме рис. 1. Так как от разъемного соединения в данном случае вибростойкость не требуется, целесообразно аккуратно удалить наружную резьбу на корпусе вилки, что облегчит и ускорит процесс подключения и отключения датчиков. Датчики других типов можно соединять с прибором через соответствующие переходники. Разъем X2 может быть любым, например ОНЦ-ВГ-2-3/16-р. Сигнальный провод в присоединяемом к нему кабеле должен быть экранирован, провод синхросигнала экранировки не требует.

Питается прибор от батареи из пяти-шести гальванических элементов типоразмера АА, напряжение которой преобразуется в двуполярное стабилизированное +/−12 В с помощью преобразователя TMR0522 [2], включенного по схеме, изображенной на **рис. 3**. При напряжении батареи GB1 7,5 В потребляемый от нее ток равен соответственно 130 и 145 мА в режимах "Диагностика" и "Индикация".

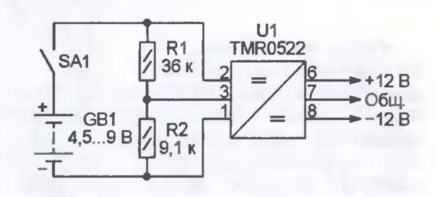


Рис. 3

Устройство собрано на двух платах, расположенных одна над другой и соединенных ленточными кабелями. На верхней плате смонтированы органы управления и светодиоды, а на нижней — остальные элементы, кроме разъемов, которые расположены на отдельной угловой панели. Корпус подобран готовый.

Так как большинство активных элементов — логические элементы и ОУ без внешней коррекции, налаживание правильно смонтированного устройства не требует больших усилий. Убедившись, что мультивибратор на элементах DD1.1, DD1.2 генерирует симметричные прямоугольные импульсы с частотой повторения 30±5 Гц, нужно проверить положение и форму импульсов на выходе элемента DD1.3.

При отсутствии двухлучевого осциллографа для этого можно использовать простейший сумматор, схема которого показана на **рис. 4**. Осциллограмма сигнала на его выходе должна иметь вид, изображенный на **рис. 5**, где t_1 и t_2 — те же интервалы, что на рис. 2. Подбирая резисторы R6 и R11, добейтесь, чтобы интервал t_2 начинался через 0,3...1 мс по окончании импульса зарядки. Его продолжительность должна быть 5...10 мс, точное значение несущественно. Импульс, генерируемый таймером DA6, должен иметь длительность в интервале 20...30 мкс. А вот длительность импульса на выходе элемента DD6.2 необходимо установить подстроечным резистором R53 равной 500 мкс с возможно большей точностью. От этого прямо зависит погрешность измерения частоты УР.

Для дальнейшего налаживания необходим пьезоэлектрический датчик (акселерометр) желательно с коэффициентом преобразования порядка единиц милливольт на метр в секунду за секунду и частотой свободных колебаний (она выше частоты УР) более 10 кГц. Подключив датчик к разъему X1, добиваются органами управления осциллографа, подсоединенного к разъему X2, устойчивого изображения на экране, подобного показанному на **рис. 6—8**. На них представлены осциллограммы, иллюстрирующие зависимость сигнала от состояния датчика: незакрепленного (рис. 6); установленного в строгом соответствии с руководством по эксплуатации (рис. 7); установленного, но с ослабленным креплением к контролируемой конструкции (рис. 8). Масштаб осциллограмм по вертикальной и горизонтальной осям соответственно 50 мВ/дел. и 50 мкс/дел.

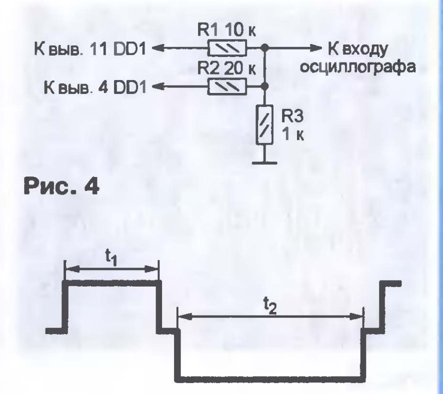


Рис. 4

Рис. 5

Повторяемость возбуждаемых колебаний характеризуют результаты измерения положения характерных точек осциллограмм при десятикратном повторении возбуждения. Разброс не превысил 1,5 % и практически совпал с погрешностью использованного запоминающего осциллографа С9-8.

Желательно убедиться в отсутствии искажений сигнала на выходе ОУ DA3. На практике они маловероятны, размах затухающих колебаний датчиков разных типов варьирует слабо и не превышает нескольких сотен милливольт. При проверке работы триггера Шмитта на компараторе DA5 следует сравнить число периодов сигнала на его входе и импульсов на выходе. Пороги срабатывания триггера устанавливают подборкой резисторов R19 и R23.

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Первый контроль датчика, особенно предназначенного для работы на длительно и безостановочно работающем объекте, желательно провести сразу после его установки. При этом сразу выяснится, соблюдены ли все требования (допустимые неплоскостность и шероховатость посадочной поверхности, момент затяжки резьбы, отсутствие загрязнений и др.). Их нарушение может настолько снизить частоту УР, что сигнал датчика не будет правильно отражать характер вибрации. В результате возможно формирование ложной команды на аварийную остановку объекта.

Полученный результат (отсчет частоты УР и положение переключателя SA2) записывают, он будет служить основой для оценки состояния датчика при последующих циклах контроля. Замеченное отклонение послужит основанием для более детального исследования состояния датчика и принятия решения о необходимости его ремонта или замены.

Сказанное подразумевает, что контроль производится на остановленном агрегате. Его температура не обязательно постоянна, а используемый эффект чувствителен к ее изменению. Как сказано выше, на обеих стадиях процесса возбуждения колебаний реакции на воздействие определяются значением пьезомодуля — характеристики материала преобразователя, зависящей от степени упорядоченности его микроструктуры, уменьшающейся с ростом температуры. В данном случае амплитуда электрического сигнала пропорциональна квадрату пьезомодуля и ее температурная зависимость соответственно сильнее. По данным проведенного эксперимента сигнал датчика с максимальной рабочей температурой 250 °С во время контроля при температуре до 120 °С имел нестабильность в пределах ±6 %. Поэтому желательно, чтобы во всех циклах контроля разброс температуры не превышал 20 °С. В этой связи эксплуатировать устройство лучше совместно с прибором, позволяющим измерять температуру датчика.

Возможность проведения контроля на работающем агрегате зависит от ряда обстоятельств. Сразу можно сказать, что в случае, если уровень вибрации, регистрируемый датчиком при нормальном работе объекта, близок к предельному для датчика, верхняя граница спектра вибрации приближается к частоте УР, или, наконец, температура датчика близка к предельно допустимой, контроль невозможен. Придется проводить его во время плановых остановок агрегата, но и в этом случае применение устройства позволит сэкономить время и избавиться от проведения механических работ. Если же перечисленные выше обстоятельства не столь очевидны, следует провести контроль до пуска и во время работы объекта. Сравнив полученные результаты, можно принять обоснованное решение.

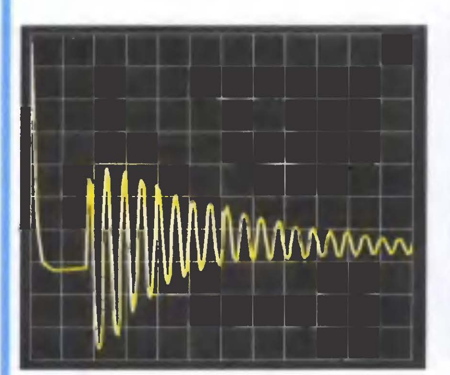


Рис. 6

Рис. 7

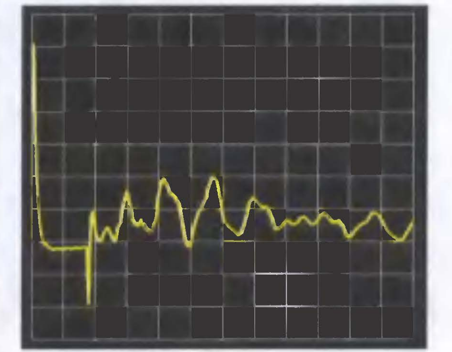


Рис. 8

Нужно иметь в виду, что контроль с использованием только встроенных индикаторов описанного устройства реализует только часть возможностей. Анализ спектра или других характеристик собственных колебаний датчика позволит не только более точно оценить его состояние, но и получить дополнительную информацию об исправности узла объекта, на котором установлен датчик.

Дело в том, что верхняя граница спектра сигнала датчика, получаемого при его обычной эксплуатации, чаще всего не превышает 1000 Гц, а иногда и ниже. Небольшие неисправности на объекте мало влияют на характер спектра вибрации. А так как при контроле спектр несравненно шире, то, анализируя его, удается заметить даже мелкие изменения обстановки на объекте, разумеется, если они происходят вблизи от датчика. Анализатор спектра подключают к разъему Х2 вместо осциллографа (или вместе с ним) и устанавливают переключатель SA3 в положение "Диагностика".

Прибор дает возможность не только обнаружить факт изменения коэффициента преобразования датчика, вызванного изменением пьезомодуля, но и вычислить его новое значение. Наиболее простая методика заключается в сравнении сигналов при двукратном контроле: сначала сразу после установки датчика, когда действительны данные его недавней поверки, а затем по истечении времени, за которое можно ожидать изменения параметров датчика. На обеих записях нужно выбрать одинаковым образом N периодов колебаний, в каждом из них определить размах сигнала (разность максимального и минимального значений) и просуммировать полученные значения. Если при первичном контроле получена сумма V_1, а при повторном — V_2, коэффициент преобразования в момент проведения повторного контроля равен

$$S_2 = S_1\sqrt{\frac{V_2}{V_1}},$$

где S1 — значение коэффициента преобразования, полученное при поверке [3]. Его можно использовать при анализе результатов измерений вплоть до проведения очередной стандартной поверки.

Еще одно применение устройство может найти при изготовлении пьезоэлектрических датчиков на стадиях сборки и регулирования параметров. На экране осциллографа можно наблюдать реакцию датчика на проводимые операции столь же наглядно, что и при настройке фильтров с генератором качающейся частоты. При этом можно получать информацию не только о частоте резонанса, но в некоторой степени и о значении коэффициента преобразования. Добавим, что кроме датчиков вибрации возможно в ряде случаев контролировать и пьезодатчики пульсаций давления, правда, контроль будет только качественным: по принципу "исправен—неисправен".

ЛИТЕРАТУРА

1. **Субботин М.** Способ электрического возбуждения резонансных колебаний пьезоэлектрического акселерометра и устройство для его осуществления. Патент РФ № 2150708. — Бюллетень изобретений, 2000, № 16.

2. DC/DC converters TMR series. — **<http://dsb.traсopower.com/upload/DSBUserFile/CPN_TracoPower/0_tmr.pdf>**.

3. **Субботин М.** Способ дистанционного периодического контроля коэффициента преобразования пьезоэлектрического акселерометра. Патент РФ № 2176396. — Бюллетень изобретений, 2001, № 33.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Тахоиндикатор

Д. ГРИГОРЬЕВ, г. Санкт-Петербург

Описанное в статье простое устройство, следящее за оборотами мотора, способно помочь малоопытному автомобилисту в движении по городу, когда приходится часто переключать коробку передач машины. Не лишним оно будет и любителям быстрой езды по магистрали, зачастую опасно выводящим двигатель на предельный режим.

Прибор предназначен для контроля частоты вращения коленчатого вала двигателя автомобиля. При достижении заранее заданного значения включается светодиод индикатора. Это может быть, например, частота вращения, при которой следует переключить передачу на более высокую.

Конструктивно прибор состоит из двух частей — индикатора в цилиндрическом корпусе-тубусе, снабженном присоской для крепления на лобовом стекле (**рис. 1**), и индуктивного датчика, размещаемого в моторном отсеке. В корпусе индикатора установлена печатная плата, на которой смонтированы светодиод, кнопка управления, разъем и остальные детали.

Рис. 1

Принципиальная схема тахоиндикатора показана на **рис. 2**. Информацию, получаемую от индуктивного датчика, который подключен к контактам 1 и 6 разъема X1, и кнопки SB1 "Выбор", обрабатывает микроконтроллер DD1 в соответствии с записанной в его память программой. Результат работы микроконтроллера отображает светодиод HL1.

Питается тахоиндикатор от бортовой сети автомобиля (пределы напряжения питания — 7...20 В) через пятивольтный стабилизатор DA1. Потребляет прибор при выключенном светодиоде всего 6 мА (при включенном — около 22 мА), поэтому включен в бортовую сеть постоянно.

Кнопкой SB1, установленной на тыльной стороне корпуса, выбирают порог срабатывания прибора, т. е. ту частоту вращения вала двигателя, при которой включится светодиод. Программа предусматривает восемь порогов. Каждую смену порога подтверждает короткая вспышка светодиода. Переходу на последний (восьмой) порог соответствуют две короткие вспышки.

Кроме этого, каждому порогу программой присвоена определенная комбинация вспышек светодиода, подтверждающая правильность установки. Значения порогов и соответствующие им комбинации вспышек указаны в **табл. 1**. После первой подачи напряжения питания тахоиндикатор самоустанавливается на порог 1.

Для установки, например, третьего порога (3500 мин$^{-1}$) надо нажать на кнопку и удерживать ее нажатой до короткой вспышки светодиода (время удержания — около трех секунд). Вспышка означает переход индикатора на порог 2. После следующей вспышки — индикатор перешел на порог 3 — кнопку следует отпустить. Если теперь нажать на кнопку кратковременно (менее одной секунды), индикатор ответит тремя длинными и одной короткой вспышками, означающими, что требуемый порог 3 установлен.

Таблица 1

№ п/п	Порог, мин$^{-1}$	Комбинация вспышек
1	2500	2 длинных и короткая
2	3000	3 длинных
3	3500	3 длинных и короткая
4	4000	4 длинных
5	4500	4 длинных и короткая
6	5000	5 длинных
7	5500	5 длинных и короткая
8	6000	6 длинных

Рис. 2

После окончания индикации установленного порога прибор автоматически переходит в тахометрический режим. Установленный порог после отключения питания и последующего его включения сохраняется.

Индуктивный датчик представляет собой миниатюрную катушку, плотно прижатую к проводу, по которому течет ток к первичной обмотке катушки зажигания (в автомобилях с классической системой) или к модулю зажигания (с электронной). В качестве датчика я использовал имеющуюся в свободной продаже готовую катушку RLB1314-153KL (индуктивность — 15 мГн±10 %, добротность — 70, магнитопровод — ферритовый). Более подробную информацию можно найти на странице Power Inductors сайта фирмы Bourns [1].

К выводам катушки припаивают гибкий двупроводный кабель в надежной наружной изоляции, стойкой к повышенной температуре. Катушку и место соединения с кабелем закрывают отрезком термоусаживаемой трубки для предотвращения обрыва выводов катушки. Импульсы тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания наводят в катушке датчика импульсы напряжения, поступающие на контакты 1 и 6 разъема X1.

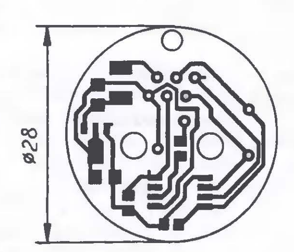
Катушку прикладывают к проводу так, чтобы ее продольная ось была перпендикулярна ему, и фиксируют изоляционной лентой. Следует обратить внимание на правильность подключения кабеля датчика к прибору. Для нормальной работы индикатора полярность импульсов на входе PB1 микроконтроллера должна быть положительной (длительность — 40 мкс, амплитуда — около 2 В). Поэтому первое, что надо сделать при неработоспособности собранного прибора, — попробовать поменять местами выводы катушки или ее положение относительно провода изменить на противоположное.

Встроенный в микроконтроллер компаратор работает с внутренним образцовым напряжением 1,2 В. Микроконтроллер программно определяет частоту вращения коленчатого вала двигателя, измеряя период следования импульсов датчика и в соответствии с программой управляет светодиодом. Частота обновления показаний равна двум периодам импульсной последовательности.

Микроконтроллер приостанавливает опрос компаратора на 2,5 мс после превышения установленного порога частоты вращения коленчатого вала. Это позволяет избежать ложных срабатываний, могущих возникнуть из-за недостаточно крутых фронта и спада импульсов. В алгоритме работы микроконтроллера предусмотрен гистерезис по частоте (1 % от порогового значения), что обеспечило отсутствие мерцания светодиода при частоте вращения коленчатого вала, близкой к пороговой.

Напряжение питания и импульсы с датчика подведены к индикатору через шестиконтактный разъем X1. К розетке разъема подключены также выводы микроконтроллера, предназначаемые для его программирования. Это дает возможность, с одной стороны, легко отключать прибор при необходимости,

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



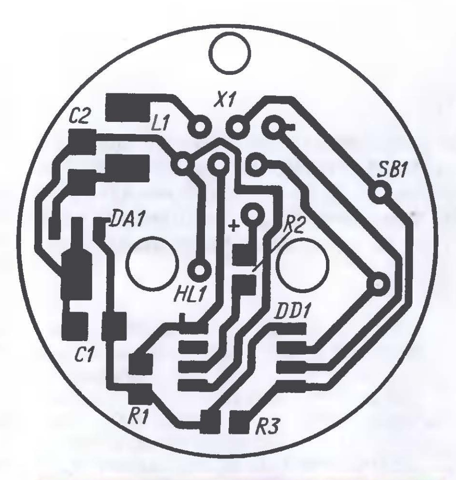


Рис. 3

с другой — программировать и перепрограммировать микроконтроллер, не демонтируя его с платы.

Большинство деталей прибора смонтированы на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Плата имеет форму диска. Чертеж платы в масштабах 1:1 и 2:1 показан на **рис. 3**. Детали (кроме светодиода, разъема и кнопки) рассчитаны на поверхностный монтаж.

Дроссель L1 — CM453232-681KL на максимальный ток 50 мА (фирма Bourns), но можно использовать и другие. Кнопка SB1 — DTS-32 с двумя выводами (фирма Wealth Metal Factory). Выводы ее и разъема X1 припаяны к печатным проводникам платы в отверстия со стороны, противоположной печати. Выводы светодиода HL1 тоже впаяны в отверстия, но со стороны печати. Его выводы предварительно укорочены до 5 мм.

Телефонная розетка X1 — TJ-6P6C (производитель Tyco Electronics (AMP). Она фиксируется на плате своими двумя пластиковыми защелками, вставляемыми в отверстия диаметром 3,25 мм. Ответная вставка разъема — TP-6P6C. Можно применить и другую подобную розетку разъема, но диаметр установочных отверстий на плате и их положение относительно выводов придется, возможно, корректировать.

Вид одного из конструктивных вариантов собранной платы показан на **рис. 4**. Ее вставляют в корпус и фиксируют винтом М2,5.

Корпус (его чертеж представлен на **рис. 5**) вытачивают на токарном станке. В качестве материала подойдут алюминиевые сплавы, эбонит, органическое стекло, текстолит, винипласт и даже плотная сухая древесина. Боковое отверстие М3 предназначено для крепления кронштейна с присоской.

Информацию по микроконтроллеру можно получить на сайте фирмы Atmel, а среду его программирования Algorithm Builder (демонстрационную версию) — по адресу [2]. К описанию программы приложена схема очень простого программатора для COM-порта.

Микроконтроллер необходимо сконфигурировать следующим образом:

clock frequency 1,6 MHz;
Vcc = 5V;
Z — double register;



Рис. 4

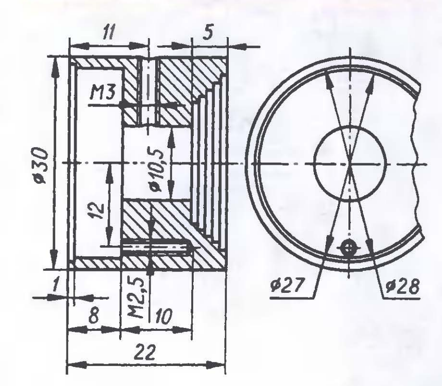


Рис. 5

CKSEL0 = 1;
CKSEL1 = 1;
RSTDISB1 = 1;
SPIEN = 0;
BODEN = 0;
BODLEVEL = 1.

Для программирования микроконтроллера используют отрезок шестипроводного кабеля с вставкой TP-6P6C на конце. Контакты 1—4, 6 разъема X1 соединяют с программатором, а 5 и 6 — с источником питания, которым может служить девятивольтная аккумуляторная батарея.

Коды программы, которые необходимо записать в программную память микроконтроллера, представлены в **табл. 2**, а в EEPROM — в **табл. 3**.

Таблица 2

```
:1000000008C094C01895189531C039C018957BC0A8
:10001000189508E007BB07E108BB03E601BF0AE546
:100020008B903E003BF01E000BF06E009BF02E03A
:1000300005BF00E00ABF00E40BBF00E0102E00E0A7
:10004000202E00E0302E00E0702E00E0902E00E028
:10005000A02E00E0B02E80E090E0A0E0B0E0C0E094
:10006000D0E0E0E0F0E078940000FECF8F5F9F4F9B
:10007000883C10E0910711F40AE508B9189523941B
:10008000B39401D0189514E6B11698F104E6B02E99
:1000900010E01EBBE09AEDB311E01EBBE09AFDB389
:1000A000EC17FD0710F001E0302EF695E795F69578
:1000B000E795F695E795F695E795F695E79510E0BF
:1000C0001EBBE09A1DB3E10F11E01EBBE09A1DB309
:1000D000F11FCE17DF0710F000E0302E12E32116DB
:1000E00020F002E3202E00E0302E30FA08B303F9AE
:1000F00008BB0895C39A4AD1C39848D147D1C39A3F
:1001000045D1C398089501E008B9A80FB91F80E050
:1001100090E0139412E0111630F0CA2FDB2FA0E00C
:10012000B0E000E0102E00E0202E18952FD1B299FB
:100130002AC12CD12BD12AD129D128D127D126D1FE
:1001400025D1B299CFC012E01EBBE09A0DB30F5F6C
:100150000DBBE29AE19AE199FECF12E01EBBE09A54
:100160000DB3093040F001E012E01EBB0DBBE29A76
:10017000E19AE199FECF12E01EBBE09A0DB3013087
:1001800081F400E710E01EBB0DBBE29AE19AE19911
:10019000FECF08E011E01EBB0DBBE29AE19AE199A7
:1001A000FECF12E01EBBE09A0DB3023081F408E0EE
:1001B00010E01EBB0DBBE29AE19AE199FECF07E089
:1001C00011E01EBB0DBBE29AE19AE199FECF12E06D
:1001D0001EBBE09A0DB3033081F407E010E01EBBB4
:1001E0000DBBE29AE19AE199FECF06E011E01EBB59
:1001F0000DBBE29AE19AE199FECF12E01EBBE09AB4
:100200000DB3043081F406E410E01EBB0DBBE29A8E
:10021000E19AE199FECF05E011E01EBB0DBBE29A29
:10022000E19AE199FECF12E01EBBE09A0DB30530D2
:1002300081F400EB10E01EBB0DBBE29AE19AE1995C
:10024000FECF04E011E01EBB0DBBE29AE19AE199FA
:10025000FECF12E01EBBE09A0DB3063081F408E336
:1002600010E01EBB0DBBE29AE19AE199FECF04E0DB
:1002700011E01EBB0DBBE29AE19AE199FECF12E0BC
:100280001EBBE09A0DB3073081F406ED10E01EBBF3
:100290000DBBE29AE19AE199FECF03E011E01EBBAB
:1002A0000DBBE29AE19AE199FECF12E01EBBE09A03
:1002B0000DB30830A9F404E810E01EBB0DBBE29AB0
:1002C000E19AE199FECF03E011E01EBB0DBBE29A7B
:1002D000E19AE199FECFC39A59D0C39857D056D02E
:1002E0009DF51C012E01EBBE09A0DB3013021F4CA
:1002F0002E0702E01E0402E12E01EBBE09A0DB32A
:1003000023021F403E0702E00E0402E12E01EBB0C
:10031000E09A0DB3033021F403E0702E01E0402E8B
:1003200012E01EBBE09A0DB3043021F404E0702EFD
:100330000E0402E12E01EBBE09A0DB3053021F420
:100340004E0702E01E0402E12E01EBBE09A0DB3D7
:1003500063021F405E0702E00E0402E12E01EBBB6
:10036000E09A0DB3073021F405E0702E01E0402E35
:1003700012E01EBBE09A0DB3083021F406E0702EA7
:100380000E0402E15D000E0B02E189500E5902E2C
:1003900011E0911A08ECA02E11E0A11A0000000053
:1003A000000010E0A116C1F710E0911689F708953A
:1003B00011E0711AC39AEADFE9DFE8DFE7DFE6DF81
:1003C000C398E4DF10E0711699F7E0DF10E0411602
:0C03D00021F0DCDFC39ADADFC398089547
:00000001FF
```

Таблица 3

```
:0400000700801FF84
:00000001FF
```

ЛИТЕРАТУРА

1. Катушки серии RLB фирмы Bourns. — <http://www.bourns.com/PDFs/rlb.pdf>.

2. Графическая среда для разработки программного обеспечения для микроконтроллеров с архитектурой AVR фирмы ATMEL. — <http://home.tula.net/algrom/russian.html>.

От редакции. Текст и коды программы микроконтроллера, а также графический файл чертежа печатной платы тахоиндикатора находятся на FTP-сервере редакции по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/06/tahind.zip>.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин, фото — автора

Полевые n-канальные транзисторы КП7173А

Мощные кремниевые полевые транзисторы с изолированным затвором и обогащением канала, с включенным между затвором и истоком двуанодным защитным стабилитроном и мощным защитным диодом, включенным между стоком и истоком, изготавливают по эпитаксиально-планарной технологии. Приборы предназначены для использования в источниках питания телевизионных приемников, мощных высоковольтных преобразователях, телекоммуникационных системах и другой электронной аппаратуре.

Корпус транзисторов — пластмассовый, КТ-28-2 (ТО-220АВ) с жесткими штампованными лужеными выводами (**рис. 1**). Масса прибора — не более 2,5 г. Ближайший зарубежный аналог транзистора КТ7173А — STP4NK60Z.

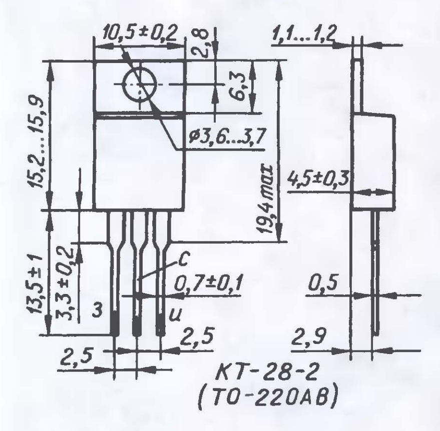


Рис. 1

Основные технические характеристики при $T_{корп}$ = 25±10 °С

Остаточный ток стока, мкА, не более, при напряжении сток—исток 600 В и нулевом напряжении затвор—исток 10

Ток утечки затвора, мкА, не более, при напряжении затвор—исток ±20 В и нулевом напряжении сток—исток ....±10

Ток стока, А, не менее, при напряжении сток—исток 12 В, затвор—исток — 10 В и длительности измерительных импульсов не более 300 мкс скважностью не менее 50 4

Сопротивление открытого канала, Ом, не более, при токе стока 2 А, напряжении затвор—исток 10 В и длительности измерительных импульсов не более 300 мкс скважностью не менее 50 2

Крутизна характеристики, А/В, не менее, при напряжении сток—исток 25 В, токе стока 2 А и длительности измерительных импульсов не более 300 мкс скважностью не менее 50 2,4

Постоянное прямое напряжение на защитном диоде, В, не более, при прямом токе 4 А, нулевом напряжении затвор—исток и длительности измерительных импульсов не более 300 мкс скважностью не менее 50 1,6

Пороговое напряжение транзистора, В, при токе стока 50 мкА и соединенных стоке и затворе ....3...4,5

Тепловое сопротивление кристалл—корпус, °С/Вт (номинальное значение) 1,78

Время включения/выключения*, нс, не более, при напряжении сток—исток 300 В, токе стока 2 А, напряжении затвор—исток 10 В, длительности измерительных импульсов не более 300 мкс скважностью не менее 50 при выходном сопротивлении генератора импульсов 4,7 Ом 60/80

Емкость* транзистора, пФ, не более, при напряжении сток—исток 25 В, нулевом напряжении затвор—исток и частоте 1 МГц
- входная 1100
- выходная 110
- проходная 30

* *Справочные параметры.*

Предельно допустимые значения

Наибольшее напряжение сток—исток, В 600

Наибольшее напряжение затвор—исток, В ....±30

Наибольший постоянный ток стока*, А, при температуре корпуса
- −45...+25 °С 4
- +100 °С 2,5

Наибольший импульсный ток стока*, А, при длительности измерительных импульсов не более 300 мкс 16

Наибольший постоянный прямой ток защитного диода, А, при температуре корпуса 25 °С 4

Наибольший импульсный ток диода, А 16

Наибольшая постоянная рассеиваемая мощность**, Вт, при температуре корпуса −45...+25 °С 70

Максимальная температура кристалла, °С 150

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ....−45...+125

* *При условии непревышения наибольшей постоянной рассеиваемой мощности и максимальной температуры кристалла.*

** *При температуре корпуса от 25 до 125 °С максимально допустимую мощность рассеивания P_{max} вычисляют по формуле*

$$P_{max} = \frac{T_{кр\,max} - T_{корп}}{R_{Tкр-корп}},$$

где $T_{кр\,max}$ — максимально допустимая температура кристалла, °С; $T_{корп}$ — температура корпуса, °С; $R_{Tкр-корп}$ — тепловое сопротивление кристалл—корпус, °С/Вт.

Допустимое значение статического потенциала — 1000 В в соответствии с ОСТ 11073.062. Степень жесткости — V.

Указания по применению и эксплуатации — стандартные для корпуса КТ-28-2. Транзисторы пригодны для монтажа в аппаратуре методом групповой пайки и паяльником. Режим и условия монтажа — по ОСТ 11336.907.0. Расстояние от кромки корпуса до места изгибания, лужения и пайки вывода — не менее 5 мм. Температура припоя — не более 265 °С. Наибольшее время лужения — 2 с, а пайки — 4 с.

Допустимое число перепаек выводов транзисторов при монтаже — не более трех. Недопустимо приложение к выводам прибора вращающих усилий. При установке транзистора на теплоотвод

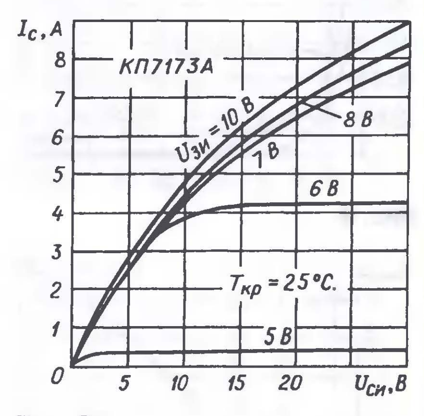


Рис. 2

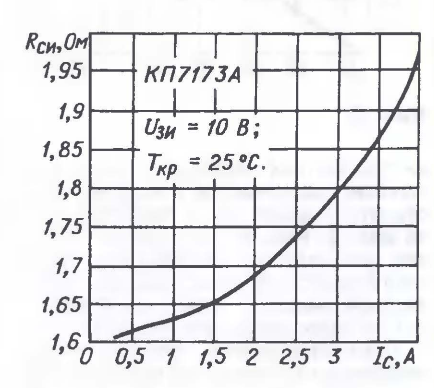


Рис. 3

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

рекомендуется применение теплопроводящих паст. Припаивать теплоотводящий фланец транзистора к теплоотводу запрещается. Если необходима изоляция прибора от теплоотвода, необходимо учитывать теплопроводящую способность изолирующей прокладки.

Изгибать выводы допускается только в плоскости, поперечной плоскости выводов. Радиус изгиба — 2,5±0,3 мм. Изгибать выводы следует с помощью специальных инструментов и шаблонов, обеспечив неподвижность выводов между местом изгиба и корпусом прибора.

Графики зависимостей параметров транзисторов КП7173А представлены на рис. 2—10. Выходные характеристи-

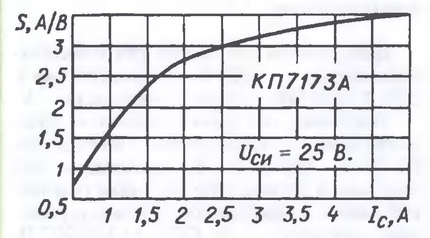


Рис. 4

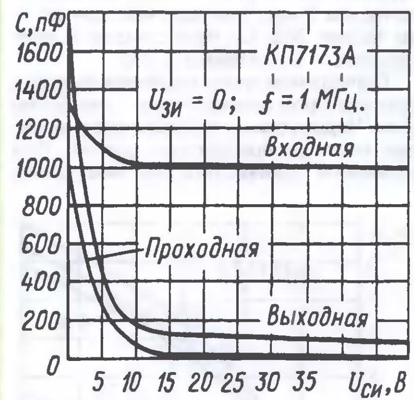


Рис. 5

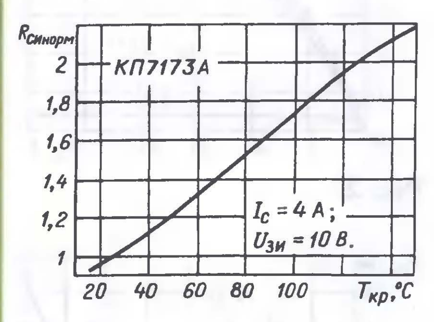


Рис. 6

ки транзистора показаны на **рис. 2**, а типовая зависимость сопротивления открытого канала $R_{СИ}$ от тока стока I_C — на **рис. 3**. **Рис. 4** иллюстрирует типовую зависимость крутизны характеристики S прибора от тока стока, а **рис. 5** — входной, выходной и проходной емкости С от напряжения сток—исток $U_{СИ}$.

Нормализованные температурные зависимости (отношение текущего значения параметра к его значению при температуре кристалла $T_{кр}$, равной

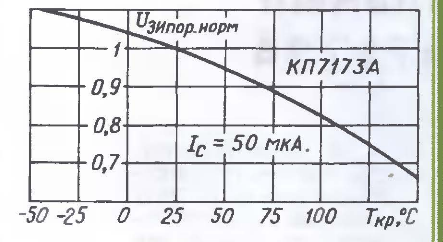


Рис. 7



Рис. 8



Рис. 9

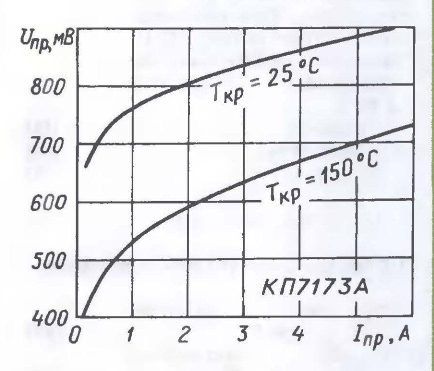


Рис. 10

25 °С) сопротивления открытого канала, порогового напряжения затвор—исток $U_{ЗИпор.норм}$ и пробивного напряжения сток—исток $U_{СИпроб.норм}$ показаны соответственно на **рис. 6—8**. Так называемая область максимальных режимов при температуре корпуса прибора не более 150 °С изображена на **рис. 9**. Токовые возможности встроенного защитного диода можно оценить по графику на **рис. 10**.

Материал подготовил
В. КИСЕЛЕВ

г. Минск, Белоруссия

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Игра "Хамелеон"

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово Смоленской обл.

Хамелеон изменяет окраску своего тела в зависимости от условий внешней среды. Иными словами, он обладает способностью маскироваться под цвет окружающих предметов. Игра, описание которой представлено ниже, позволяет проверить игрокам свои "приспособленческие" способности. Основа ее — светодиодный индикатор (**рис. 1**), содержащий 18 светодиодов, которые разбиты на группы. Каждая из них — это три светодиода одного цвета свечения и одинаковой формы (круглой или прямоугольной). Всего таких групп шесть, при этом две из них красного цвета свечения, две зеленого и две желтого. Светодиоды круглой формы имитируют окружающую среду, остальные — силуэт хамелеона.

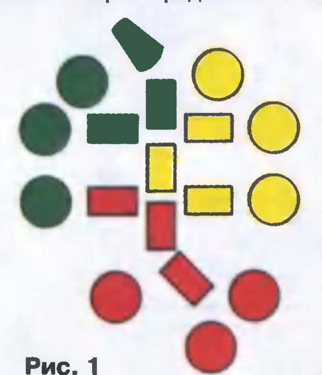


Рис. 1

Комбинация цветов внешней среды меняется случайным образом. Задача игрока — как можно быстрее нажатием на соответствующие кнопки повторить цветовую комбинацию на светодиодах "хамелеона". Чем меньше времени затратит участник на это, тем быстрее погаснет светодиод, символизирующий окончание игры. Побеждает тот, у кого этот светодиод погаснет раньше.

Схема устройства показана на **рис. 2**. Оно состоит из трех одинаковых узлов А1—А3, первый содержит генератор импульсов на таймере 1DA1, электронные ключи на транзисторах 1VT1, 1VT2, две группы светодиодов 1HL1—1HL3 и 1HL4—1HL6 и логический элемент "исключающее ИЛИ" DD2.1. На двоичном счетчике DD1 со встроенным генератором собран регистратор совпадений комбинаций цветов окружающей среды и "хамелеона".

Работает устройство следующим образом. После подачи питающего напряжения высокий уровень, поступающий на вход R счетчика DD1, обнуляет его и начинается игра. Когда на выходе таймера 1DA1 (вывод 3) присутствует высокий уровень, транзистор 1VT1

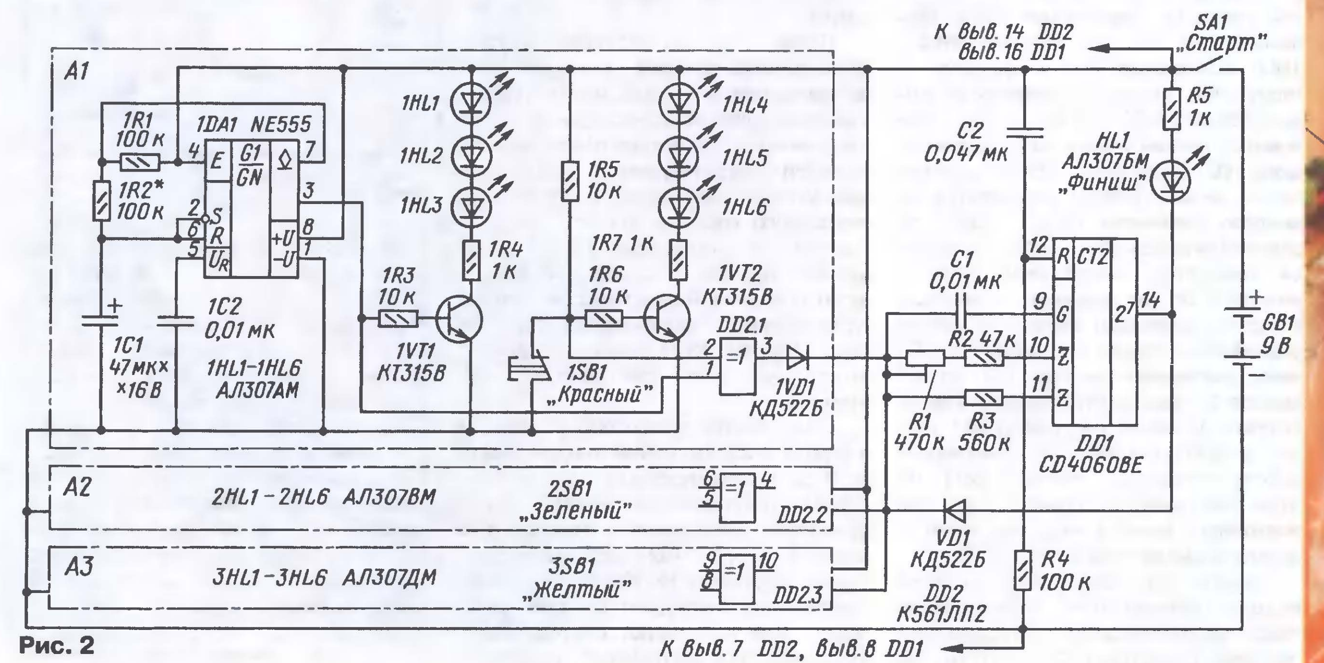


Рис. 2

Рис. 3

открыт и светодиоды 1HL1—1HL3 светят, при низком уровне транзистор закрыт и светодиоды не включены. С помощью кнопки 1SB1 управляют работой ключа на транзисторе 1VT2. При нажатии на нее светодиоды 1HL4—1HL6 загораются, при отпускании — гаснут. При совпадении уровней на входах элемента DD2.1 на его выходе установится низкий логический уровень и диод 1VD1 будет закрыт. Если одновременно низкие уровни установятся на выходах элементов DD2.2, DD2.3, то закроются диоды 2VD1, 3VD1, запустится генератор микросхемы DD1 и начнется отсчет времени, в течение которого совпадают сочетания цветов окружающей среды и "хамелеона". По мере заполнения счетчика DD1 на его выходе 2^7 (вывод 14) устанавливается высокий уровень, светодиод HL1 гаснет, диод VD1 открывается и запрещает работу генератора счетчика DD1. На этом завершается игровой цикл. Для повторного запуска надо выключить и включить выключатель питания SA1.

Частота следования импульсов на выходе таймера 1DA1 определяется емкостью конденсатора 1C1, сопротивлениями резисторов 1R1, 1R2 и для каждого из трех генераторов различна, поэтому группы светодиодов 1HL1—1HL3, 2HL1—2HL3 и 3HL1—3HL3 зажигаются и гаснут независимо друг от друга.

Далее о конструкции игры. Большинство деталей, кроме батареи, выключателя и кнопок, монтируют на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 3**. Смонтированную плату размещают внутри пластмассового корпуса. На его лицевой панели для светодиодного индикатора делают круглое окно, которое закрывают прозрачной пластмассой. Там же устанавливают выключатель питания SA1, кнопки 1SB1—3SB1 и делают отверстие для светодиода HL1 (**рис. 4**).

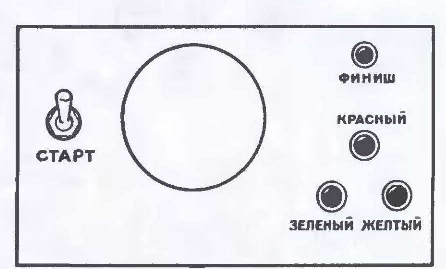


Рис. 4

В устройстве применены резисторы ОМЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы К50-35 или импортные, микросхему NE555 можно заменить на КР1006ВИ1, допустимо использовать транзисторы серий КТ315, КТ3102 с любыми буквенными индексами. Необходимую форму светодиодам придают на точильном камне или используют светодиоды с прямоугольной излучающей поверхностью, КИПМО1А-1К (красного цвета свечения), КИПМО1В-1Л (зеленого) и КИПД28А-Ж (желтого). Выключатель питания SA1 — МТ1, кнопки SB1—SB3 — КМ3. Питают устройство от батарей "Крона", "Корунд" или 6F22. Потребляемый ток составляет 30...40 мА.

Налаживание сводится к подборке сопротивлений резисторов 1R2, 2R2 и 3R2 в пределах 36...110 кОм для установки частоты следования импульсов каждого из генераторов на таймерах 1DD1, 2DD1 и 3DD1 соответственно. Резистором R1 устанавливают длительность игрового цикла.

Редактор — Н. Нечаева, графика — Ю. Андреев

Световое табло на основе светодиодной матрицы

В. СКУБЛИН, г. Караганда, Казахстан

Предлагаемое устройство создает различные графические изображения, формирует короткие текстовые сообщения и световые эффекты. В нем применена светодиодная матрица, состоящая из 64 (8×8) светящихся элементов, каждый из которых содержит два светодиода, один — красного, а другой — зеленого цвета свечения.

Примененная светодиодная матрица A-5880EG фирмы PARA LIGHT рассчитана на мультиплексорное управление, которое было реализовано с помощью микроконтроллера PIC16F877A фирмы Microchip. Схема устройства показана на **рис. 1**. Микроконтроллер DD1 осуществляет управление светодиодной матрицей H1 и хранит коды управляющей программы, в его памяти находится и выводимая на индикатор информация. Два порта микроконтроллера C и D формируют управляющие сигналы для столбцов, а порт B — для рядов светодиодов матрицы. Когда на линии 0 порта B (вывод 33 микроконтроллера DD1) присутствует высокий уровень, транзисторы VT25, VT29 открыты и питающее напряжение поступает на аноды первого ряда светодиодов (вывод 22 матрицы H1). Если при этом высокий уровень будет только на линии 0 порта C (вывод 15 микроконтроллера DD1), откроется транзистор VT3 и через токоограничивающий резистор R12 катод светодиода зеленого цвета свечения первого элемента матрицы H1 будет подключен к общему проводу. Поэтому цвет свечения первого элемента — зеленый.

При высоком уровне на линии 0 порта D (вывод 19 микроконтроллера DD1) откроется транзистор VT4 и в первом элементе матрицы H1 станет светить светодиод красного цвета свечения. Если будут одновременно включены оба светодиода, то цвет свечения этого элемента — оранжевый.

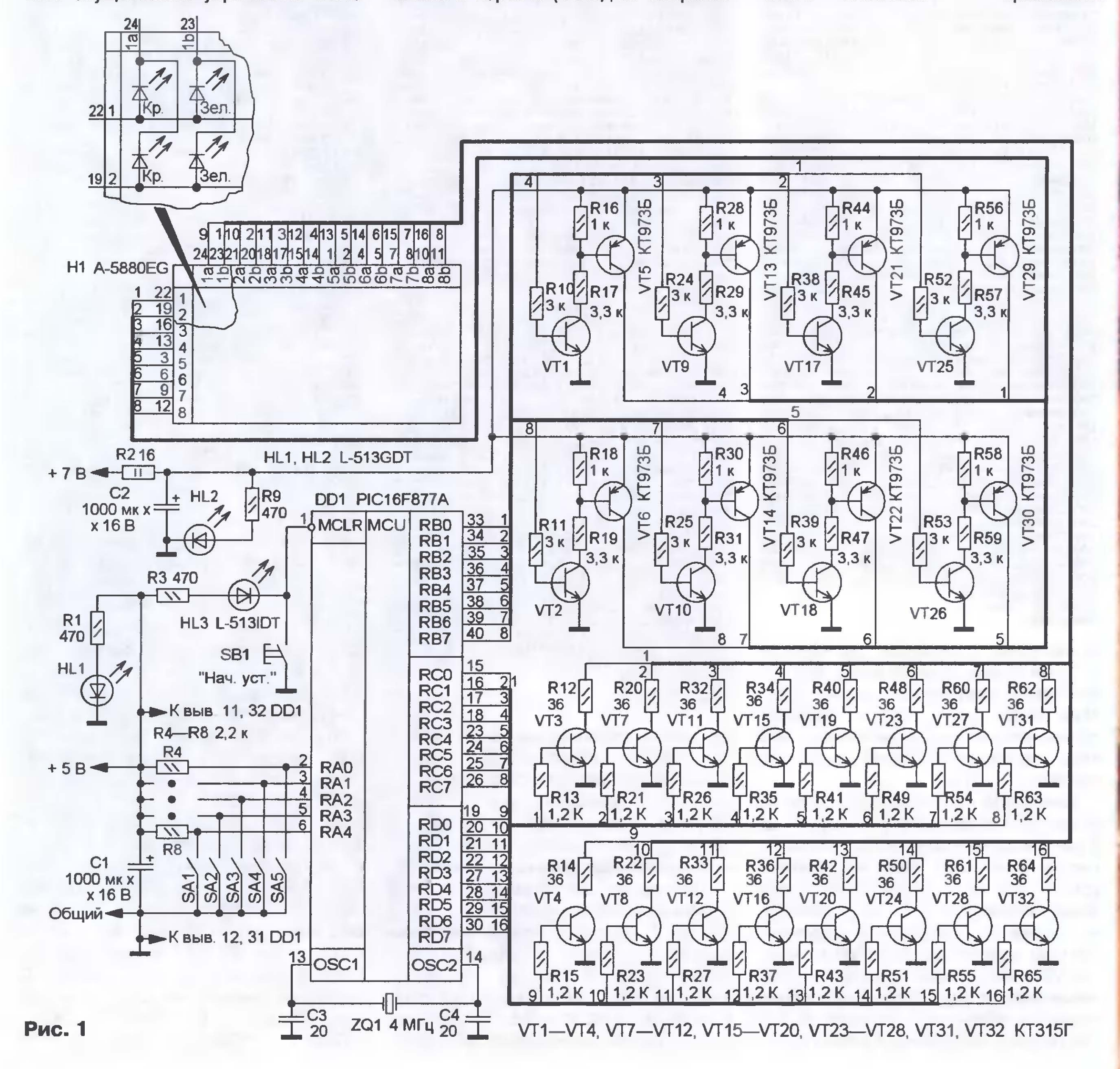


Рис. 1

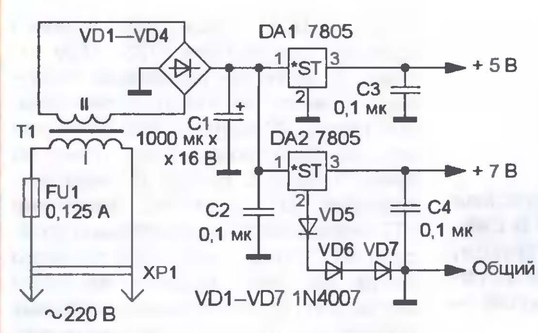


Рис. 2

Таблица 1

```
:020000040000FA
:0200000902846
:1000200082070134023404340834043402340134C5
:10003000023404340834043402340134023404343405
:1000400008340434023401340234043408340434EF
:100050000234013410342034403480344034203434AD
:10006000103420344034803440342034103410343480
:10007000203440348034403420341034203440343430
:1000800080344034203401340134033403340734E1
:1000900007340F340F341F341F343F343F347F3460
:1000A0007F34FF34FF347F347F343F343F341F3498
:1000B0001F340F340F34073407340334033401344E
:1000C00001340034003 4FE34FE34FC34FC34F834A3
:1000D000F834F034F034E034E034C034C0348034E8
:1000E0008034003400348034803 4C034C034E03490
:1000F000E034F034F034F834F834FC34FC34FE34BA
:06010000FE34FF34FF3461
:1001200083120313860187018801890183160313 53
:10013000860187018801 3F30850006309F008312C9
:100140000313 0518A428B1208518A728E220051953
:10015000AA2807218519AD281921051AB0282C21B4
:10016000A128803 0A5007621C030A5007621E0309E
:10017000A5007621F030A5007621F830A500762183
:10018000FC30A5007621FE30A5007621FF30A500C9
:100190007621FE30A5007621FC30A5007621F830CE
:1001A000A5007621F030A5007621E030A50076216B
:1001B000C030A50076218030A50076210030A50052
:1001C00076210800073 0A4000730A300071490210F
:1001D000A30BE7280730A3000310870D9021A30B82
:1001E000EE28A40BEA2887010730A4000730A300FB
:1001F00088179021A30BF9280730A3000310880C5F
:100200009021A30B0029A40BFC2888010800A00161
:10021000193099 00A501A6010D30A7000A30A300EE
:100220004221 2608A500A30B1029A60AA70B0E2918
:100230000800323099005230A000A501A6012030FC
:10024000A7000630A3004221 2608A500A30B2329FE
:10025000A60AA70B212908000D30A3000130870052
:100260008030880090 21A30B32290730A400870D2D
:10027000880C03100D30A3009021A30B3C29A40B84
:10028000372908006C210614AA210610A50A6C2142
:100290008614AA218610A50A6C210615AA2106112A
:1002A000A50A6C218615AA218611A50A6C210616BD
:1002B000AA210612A50A6C218616AA218612A50A71
:1002C0006C210617AA210613A50A6C218617AA21FC
:1002D0008613A50A03010800030125081907102049
:1002E000870025082007102088000800 0D30A30093
:1002F00025088700 9021A30B7A290D30A3008701E0
:100300002508880090 21A30B82290D30A300250821
:100310008700 9021A30B8929870188010301080028
:100320000614AA2106108614AA218610 0615AA21F1
:100330000611861 5AA2186110616AA210612 86160E
:10034000AA2186120617AA2106138617AA21861348
:100350000301080 0A1010230A200A10BAD29A20BEC
:04036000AD290800BB
:02400E00713906
:00000001FF
```

Таблица 2

```
:020000040000FA
:020000001028C6
:10002000002982070034003400340034033464347F
:100030009834903 47F34003400340034003 4C034B9
:100040008034803 4FF34803480034C034003403451
:10005000FF34913491349134003400 34FF349134BE
:10006000913491349E340034003403346434983431
:100070009034 7F34003400340034 00341F34203492
:10008000403 4FF34003400 34FF3408347E3481348B
:10009000813 47E3400340034FF349134913491340F
:1000A0009E34003400341F342034 4034FF34003494
:1000B000 0034FF3408347E34813481347E3400349B
:1000C0000034003400340034003400340034003490
:1000D000003400340034 0034FF340834083408 3469
:1000E000FF340034003 4FF3489348934893400 34D7
:1000F0000034FF34013401340334003400 34FF345D
:100100000134013403340034003 47E3481348134CA
:10011000813 47E34003400340034003400 34003440
:100120000034003400340034 0034FF34403442034D0
:10013000103420344034FF340034003 40F34183489
:100140002834483448342834183 40F34003400 3408
:10015000C0348034803 4FF34803480 34C034003480
:10016000 0034FF34883488348C3473340034003 4E1
:100170008134FF34813400340034C33442342434B5
:10018000183418342434442 34C33400340034003476
:10019000003400340034003 4FF349034903 4A0
:1001A000F03400340034 0F34183428344834483 4E0
:1001B00028341834 0F34003400340434063 47D34C9
:1001C0004434 44347D34063404340034 0034FF3481
:1001D00004340834103 4FF3400340034 7E34813465
:1001E000813481347E34003400340034 00346E
:0601F000003400340 0346D
:10020000831203138501860187018801890183 1602
:10021000031386018701880189013F30850006307C
:100220009F008312031305181629232185181929 05
:10023000332105191C29432185191F295321051A2A
:10024000132963211329 5130A000A501A601113003
:10025000A3000030 2607A5007221A30B2929A60AB6
:10026000A00B272908002730A000A501A601113006
:10027000A3005130 2607A5007221A30B3929A60A35
:10028000A00B372908003930A000A501A6011130C4
:10029000A3007830 2607A5007221A30B4929A60ADE
:1002A000A00B4729080 02D30A000A501A6011130A0
:1002B000A300B4302607A5007221A30B5929A60A72
:1002C000A00B572908005130A000A501A6010A3053
:1002D000A3002608A500A121A30B6929A60AA00B4B
:1002E000672908009C210614D1210610A50A9C212B
:1002F0008614D1218610A50A9C210615D12106114C
:10030000A50A9C218615D1218611A50A9C210616D5
:10031000D1210612A50A9C218616D1218612A50A92
:100320009C210617D1210613A50A9C218617D121ED
:100330008613A50A030108000301250811208800 7F
:10034000 0800CB210614D1210610A50ACB21861462
:10035000D1218610A50ACB210615D1210611A50AA7
:10036000CB218615D1218611A50ACB210616D121D4
:10037000 0612A50ACB218616D1218612A50ACB2109
:10038000 0617D1210613A50ACB218617D121861382
:10039000A50A03010800030125081120870088 0031
:1003A000 0800A1010230A200A10BD429A20BD4297C
:0203B000080043
:02400E00713906
:00000001FF
```

Таблица 3

```
:020000040000FA
:020000000628D0
:04000C00B02882078F
:1000100000340034003400340034003400340034 40
:10002000183418340034003400340034003400 3400
:1000300000340034003400340034003400340034 20
:1000400000340034033403340034003400340034 0A
:10005000C034C034003400340034003400340034 80
:1000600000340034003400340034003400 3400 34F0
:100070000034003403340334003418341834003 4AA
:10008000C034C0340034003400340034003400 3450
:1000900000340034003400340034003400 3400 34C0
:1000A00000340034C334C3340034003400340034 2A
:1000B000C334C33400340034003400340034003 41A
:1000C0000034003400340034003400340034003490
:1000D00000340034C334C3340034183418340034CA
:1000E000C334C33400340034003400340034003 4EA
:1000F00000340034003400340034003400340034 60
:1001000000340034DB34DB340034003400340034 99
:10011000DB34DB34003400340034003400340034 89
:06012000003400340 0343D
:10016000831203138601870188018901831603 1313
:10017000860187018801063 09F00831203133F30F8
:100180008500 0518C528DA2071290518C928EA2034
:10019000712905 18CD28FA2071290518D1280A21BE
:1001A000712905 18D5281A2171290518D9282A215D
:1001B0007129C1281230A000A501A6011430A300A6
:1001C0000030 2607A5003A21A30BE028A60AA00BC1
:1001D000DE28080018 30A000A501A6011430A300F5
:1001E00012302607A5003A21A30BF028A60AA00B7F
:1001F000EE2808001830A000A501A6011430A300C5
:100200002A302607A5003A21A30B0029A60AA00B35
:10021000FE2808001830A000A501A6011430A30094
:1002200042302607A5003A21A30B1029A60AA00BED
:100230000E2908001830A000A501A6011430A30063
:100240005A302607A5003A21A30B2029A60AA00BA5
:100250001E2908001830A000A501A6011430A30033
:1002600072302607A5003A21A30B3029A60AA00B5D
:100270002E29080064210614692106 10A50A6421AC
:1002800086146921861 0A50A642106156921 0611C4
:10029000A50A6421861569218611A50A642106161E
:1002A000692106 12A50A6421861669218612A50A0B
:1002B000642106176921 0613A50A642186176921 9E
:1002C0008613A50A030108000301250807208800FA
:1002D0000800A1010230A200A10B6C29A20B6C291D
:0202E000080014
:02400E00713906
:00000001FF
```

Аналогично происходит управление другими элементами матрицы. В соответствии с программой микроконтроллера ряды светодиодной матрицы переключаются последовательно, при этом время работы любого из них составляет 1,55 мс.

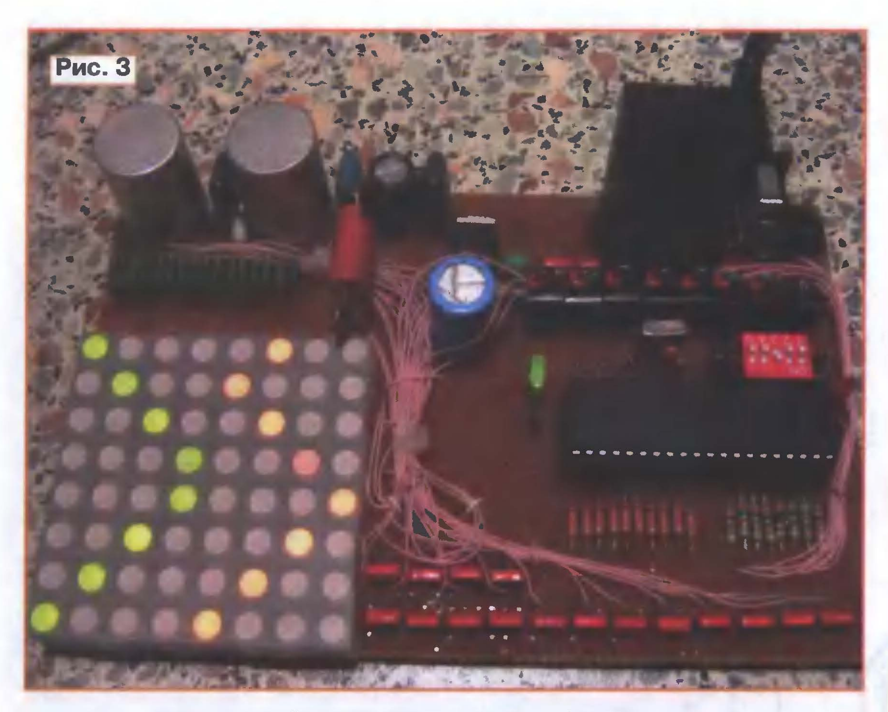
Светодиод HL1 индицирует наличие питающего напряжения 5 В, HL2 — 7 В, а светодиод HL3 включается при нажатии на кнопку SB1 "Нач. уст". Питают устройство от стабилизированного блока питания, схема которого показана на **рис. 2**. Напряжение вторичной обмотки выпрямляется диодным мостом VD1—VD4, конденсатор C1 — сглаживающий. На микросхеме DA1 собран первый стабилизатор напряжения 5 В для питания микроконтроллера DD1, а на микросхеме DA2 — второй для питания светодиодной матрицы H1. Для увеличения его выходного напряжения до 7 В в цепь общего вывода 2 микросхемы DA2 установлено три последовательно включенных диода VD5—VD7.

На линии RA0—RA4 порта A (выводы 2—6 микроконтроллера DD1) через резисторы R4—R8 поступает высокий логический уровень. К этим же линиям подключены выключатели SA1—SA5, с помощью которых осуществляют выбор выводимого на индикатор текстового сообщения или светового эффекта. Кнопкой SB1 осуществляют сброс микроконтроллера, и он начинает выполнение программы с ее начала.

Программы для микроконтроллера написаны на языке ассемблера в среде MPLAB. С помощью программы, коды которой приведены в **табл. 1**, можно реализовать различные световые эффекты, выбор которых осуществляют выключателями SA1—SA5. При замыкании контактов выключателя SA1 поочередно включаются ряды элементов матрицы H1, и после ее заполнения они также поочередно гаснут. При этом их цвет свечения последовательно изменяется (красный, зеленый, оранжевый).

При замкнутых контактах выключателя SA2 на матрице движется светящаяся строка, которая меняет направление движения и цвет, когда доходит до ее края. Третий световой эффект — две зигзагообразные бегущие волны красного и зеленого цветов, создающие эффект движения. Четвертый — все элементы матрицы включены, причем одна ее часть зеленого цвета, другая — красного, а граница между ними волнообразно изменяется. И наконец, при замыкании контактов выключателя SA5 на матрице перемещаются две разноцветные строки. В тот момент, когда они доходят до края, изменяется их направление движения на противоположное.

В **табл. 2** приведены коды программы вывода текстовой информации, заранее занесенной в память микроконтроллера DD1. Буквы текстового сообщения выводятся последовательно в виде бегущей строки, а его выбор осуществляют одним из выключателей SA1—SA5. При замкнутых контактах выключателя SA1 оранжевым цветом выводится фраза "Я ТЕБЯ ЛЮБЛЮ", а выключателя SA5 — та же фраза, но цвет ее свечения другой — красный. С помощью выключателя SA2 выбирают фразу "РАДИО", SA3 — "MATRIX", SA4 — "HELLO". Сообщение периодически


Рис. 3

повторяется, если не выбрано другое. При замыкании контактов сразу нескольких выключателей последовательно друг за другом будут выводиться все выбранные сообщения.

Программа, коды которой приведены в **табл. 3**, позволяет реализовать "Электронный кубик". Эта программа случайного выпадения чисел от одного до шести. Выпавшее число высвечивается на матрице в виде одной из граней кубика. После подачи питающего напряжения замыканием контактов выключателя SA5 происходит "бросок" "кубика". Следующий "бросок" осуществляют после нажатия на кнопку SB1 "Нач. уст.".

Большинство деталей, кроме трансформатора и диодного моста, монтируют на макетной печатной плате (**рис. 3**) с использованием проводного монтажа. В устройстве применены постоянные резисторы ВС, МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — К10-17. Кварцевый резонатор — РГ-05, HC-49, кнопка SB1 — ПКн159, выключатели SA1—SA5 — ВДМ1-5. Светодиоды L-513IDT можно заменить на КИПМ01А-1К, АЛ307БМ, L-513GDT — на КИПМ01В-1Л, АЛ307ГМ. Транзисторы КТ315Г заменимы на приборы серии КТ3102 с любым буквенным индексом, транзисторы КТ973Б — на КТ973А. Трансформатор, диодный мост и корпус блока питания были применены готовые, от игровой приставки "SEGA". Микросхема DA2 блока питания установлена на теплоотвод с площадью поверхности около 50 см^2.

От редакции**. Тексты и коды программ для микроконтроллера находятся на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/06/matrix.zip>. *Там же размещены и видеозаписи (video-matrix.zip) работы устройства, снятые автором.*

Редактор — Н. Нечаева, графика — Н. Нечаева, фото — автора

Модернизация аккумуляторного фонаря "Электроника В6-03"

В. КЕЛЕХСАШВИЛИ, г. Волгодонск Ростовской обл.

Автор статьи предлагает заменить лампу накаливания в фонаре на светодиоды повышенной яркости свечения. Для их питания использован повышающий преобразователь напряжения, а для контроля за состоянием батареи аккумуляторов — индикатор ее разрядки. Это позволило получить стабильную яркость фонаря при разрядке батареи.

Ручные фонари "Электроника В6-03" с батареей из трех дисковых Ni-Cd аккумуляторов Д-0,26 (и их модификациями) получили широкое распространение благодаря удобству использования и возможности экономить на покупке гальванических элементов. Но им присущи определенные недостатки, такие как малая яркость свечения, быстрая разрядка и небольшой срок эксплуатации аккумуляторов. Основная причина перечисленных недостатков заложена в самой конструкции фонаря, поскольку используемая в нем лампа накаливания (3,5 В/0,17 А или 2,5 В/0,15 А) потребляет ток в три, а то и более раз больше рекомендуемого разрядного тока для аккумулятора Д-0,26 (50 мА). Использование других ламп накаливания не решает этих проблем.

Для частичного устранения указанных недостатков была проведена модернизация фонаря, заключающаяся в замене лампы накаливания на три сверхъяркких светодиода. Хотя напряжения батареи аккумуляторов (3,6 В) достаточно для свечения светодиодов, при выборе способа их питания был исключен вариант параллельного соединения. Обусловлено это тем, что в таком случае в процессе разрядки аккумуляторной батареи яркость свечения существенно уменьшается. Поэтому был выбран вариант последовательного соединения светодиодов и их питания от повышающего преобразователя со стабилизацией выходного напряжения. Последовательное соединение светодиодов обеспечивает их более равномерное свечение, поскольку через них протекает одинаковый ток.

Схема устройства показана на **рис. 1**. На транзисторах VT1, VT2 и светодиоде HL1 собран индикатор разрядки аккумуляторной батареи, на транзисторах VT3—VT5 — повышающий преобразователь напряжения, который построен по схеме блокинг-генератора с цепью отрицательной обратной связи для стабилизации выходного напряжения [1]. Блокинг-генератор собран на транзисторе VT4. Первичная обмотка трансформатора Т1 выполняет роль накопительного дросселя, а со вторичной обмотки на базу транзистора VT4 поступает сигнал положительной обратной связи. Резистор R8 ограничивает базовый ток транзистора VT4. При подаче питающего напряжения через резистор R7 начинается зарядка конденсатора С3, по мере которой постепенно открывается транзистор VT3, плавно увеличивая частоту следования импульсов блокинг-генератора.

Импульсы напряжения, возникающие на коллекторе транзистора VT4, выпрямляются диодом VD1, и конденсаторы С5, С6 заряжаются. Когда напряжение на них превысит напряжение стабилизации стабилитрона VD2, через подстроечный резистор R9 станет протекать ток, транзистор VT5 начнет открываться, закрывая транзистор VT3, что, в свою очередь, приведет к сниже-

нию частоты блокинг-генератора и в конечном итоге — к снижению выходного напряжения преобразователя. Светодиоды EL1—EL3 подключены непосредственно к выходу преобразователя, поэтому перемещением движка резистора R9 можно регулировать напряжение на светодиодах, ток, протекающий через них, а значит, и яркость свечения. При номинальном напряжении аккумуляторной батареи (3,6 В) через светодиоды протекает рекомендуемый для них ток 25 мА [2]. Снижение напряжения до 3 В приводит к плавному уменьшению тока до 20 мА, а при напряжении 4,2 В он не превышает 30 мА.

Индикатор разрядки аккумуляторной батареи сигнализирует о снижении напряжения питания и позволяет предотвратить чрезмерную разрядку батареи, а следовательно, увеличить срок ее эксплуатации. Работа индикатора подробно описана в [3], при указанном на схеме значении сопротивления резистора R5 светодиод HL1 начинает мигать при напряжении питания 3,3 В, при дальнейшем снижении напряжения частота вспышек увеличивается, и при напряжении 3,1 В свечение становится практически постоянным.

Все элементы установлены на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм, чертеж которой показан на **рис. 2**. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-23, подстроечный резистор R9 — малогабаритный импортный, например SH-655MCL. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, конденсаторы С4, С5 также импортные, причем С4 — металлопленочный, а С5 — керамический. Светодиод АЛ307БМ заменим на КИПД21А-К, диод Д310 — на диоды с барьером Шотки 1N5817, 1N5818, 1N5819. Помимо указанного на схеме, можно применить стабилитрон 2С182Ц или импортный серий RD7.5ESxxx, RD8.2ESxxx, где xxx — AB, AB1, AB2, а также аналогичный малогабаритный с напряжением стабилизации 7,5...8,2 В и минимальным током стабилизации не более 0,25 мА. Если подходящего стабилитрона нет, то, смирившись с небольшим снижением КПД, можно использовать стабилитрон с большим значением минимального тока стабилизации, соответственно уменьшив сопротивление резистора R9. Транзисторы серий КТ3107 и КТ3102 подойдут с любым буквенным индексом, транзистор КТ645А заменим на КТ645Б.

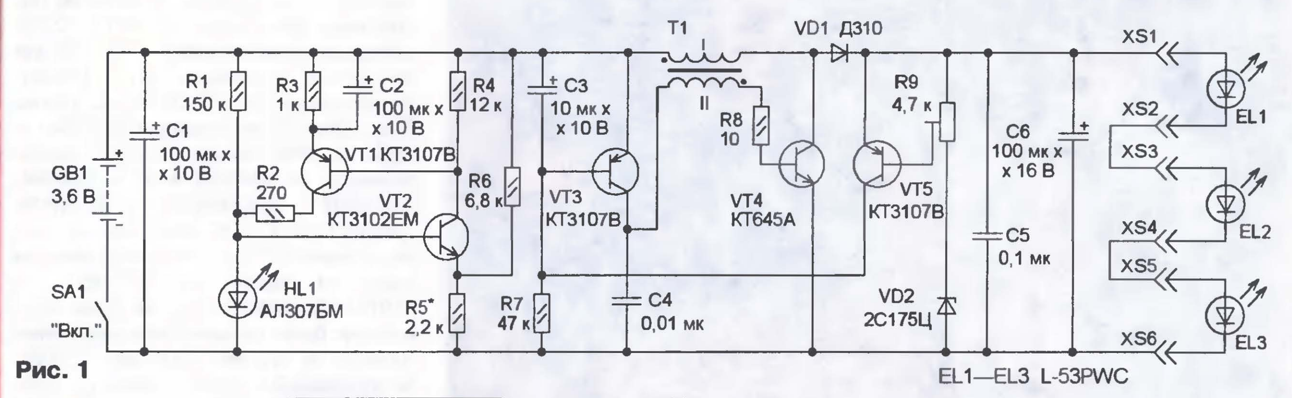


Рис. 1

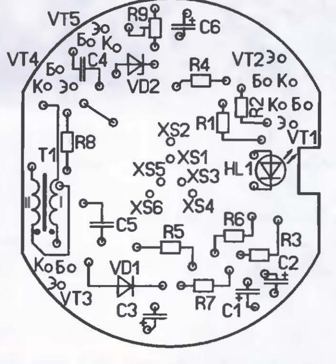


Рис. 2

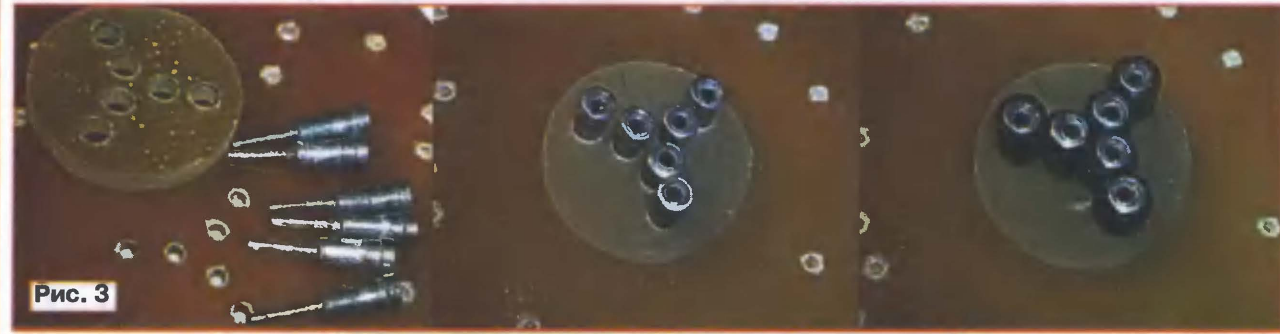

Рис. 3


Рис. 4

Для изготовления трансформатора T1 использован ферритовый магнитопровод диаметром 3,8 мм и длиной 20 мм от дросселя ДПМ или ДМ соответствующей длины. Имеющуюся обмотку удаляют и наматывают в качестве первичной обмотки 60 витков провода ПЭВ-2 0,21, затем поверх нее — вторичную, содержащую 14 витков того же провода. Гнезда XS1—XS6 для светодиодов EL1—EL3 использованы от панели для микросхем в корпусе DIP. Их изолируют друг от друга отрезками термоусадочной трубки диаметром 2 мм и устанавливают на плату через прокладку из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Последовательность монтажа показана на **рис. 3**. Перед установкой светодиодов их выводы укорачивают, причем вывод катода должен быть на 0,2...0,3 мм короче вывода анода, этим обеспечивается более равномерное распределение излучаемого света за счет углового смещения светодиодов относительно друг друга.

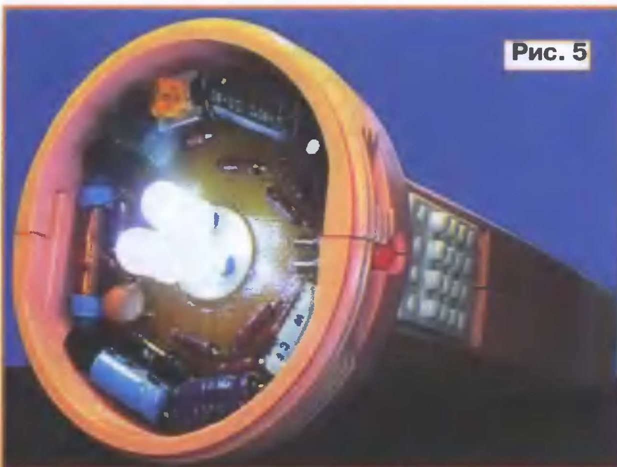

Рис. 5


Рис. 6

Внешний вид смонтированной печатной платы показан на **рис. 4**. Она установлена в свободном от отражателя пространстве фонаря (**рис. 5**). Напротив светодиода HL1 в корпусе сделано отверстие. Такое же отверстие делают в резьбовом кольце, фиксирующем стекло и отражатель фонаря. Соединительные провода припаивают со стороны печатных проводников и через отверстие для лампы накаливания пропускают внутрь корпуса фонаря. Поскольку лампа накаливания выполняла функцию одного из контактов выключателя питания фонаря, необходимо предусмотреть установку дополнительного контакта для выключателя и припаять к нему "минусовый" провод питания устройства (**рис. 6**).

Перед включением устройства подвижный контакт резистора R9 устанавливают в нижнее по схеме положение. Правильно собранное из исправных деталей устройство начинает работать сразу, а если преобразователь не работает, необходимо поменять местами выводы одной из обмоток трансформатора T1. При напряжении аккумуляторной батареи 3,6 В резистором R9 устанавливают через светодиоды EL1—EL3 ток 25 мА. Налаживание индикатора разрядки аккумуляторной батареи осуществляют подборкой резистора R5 так, чтобы при напряжении на ней 3,1 В светодиод HL1 горел постоянно.

Эксперимент показал, что при уменьшении напряжения аккумуляторной батареи от 4 до 3 В потребляемый ток возрастает с 72 до 82 мА, а КПД изменяется незначительно и составляет около 82 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Зайцев В.** Низковольтный преобразователь напряжения. — Радио, 2000, № 8, с. 43.
2. **Озолин М.** Преобразователь напряжения для светодиодного фонаря. — Радио, 2005, № 10, с. 52, 53.
3. **Нечаев И.** Индикатор снижения питающего напряжения. — Радио, 2005, № 11, с. 57.

Редактор — Н. Нечаева, графика — Н. Нечаева, фото — автора

Светодиодный фонарь на основе аккумуляторной батареи сотового телефона

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

За последние годы в журнале "Радио" описано немало конструкций фонарей со светодиодами высокой яркости (их еще называют сверхъяркими, суперъяркими), однако большинство из них — это доработанные промышленные изделия. Между тем изготовить простой малогабаритный светодиодный фонарь можно самостоятельно, применив в качестве источника питания аккумуляторную батарею от сотового телефона. Такие батареи имеют емкость не менее 600 мА·ч и номинальное напряжение около 3,6 В, что вполне достаточно для питания большинства светодиодов.

Для самодельного фонаря подойдет частично потерявшая емкость батарея, которую в сотовом телефоне применять нежелательно из-за малой продолжительности работы. Разумеется, необходимо предусмотреть возможность ее подзарядки, а для этого удобнее всего использовать штатное зарядное устройство (ЗУ) сотового телефона. Нередко можно недорого купить и не бывшую в употреблении батарею (например, если она предназначена для морально устаревшей и снятой с производства модели телефона).

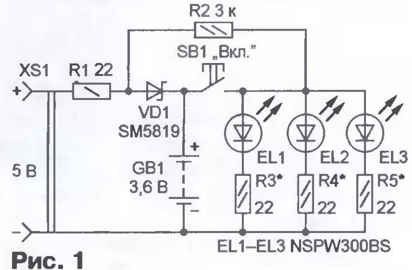


Рис. 1

Схема предлагаемого фонаря показана на **рис. 1**. Источником света служат светодиоды высокой яркости EL1—EL3. Ток через них ограничивают и выравнивают резисторы R3—R5, подбором которых устанавливают желаемую яркость фонаря. Резистор R1 ограничивает зарядный ток аккумуляторной батареи GB1 (ЗУ подключают к розетке XS1), а R2 — ток через светодиоды в этом режиме (их слабое свечение свидетельствует о том, что ЗУ подключено). Диод VD1 защищает светодиоды и батарею при неправильном подключении ЗУ и предотвращает ее разрядку через резистор R2 и светодиоды в нерабочем режиме.

Автор использовал Ni-MH аккумуляторную батарею, предназначенную для применения в сотовых телефонах C35 фирмы Siemens. Ее номинальное на-

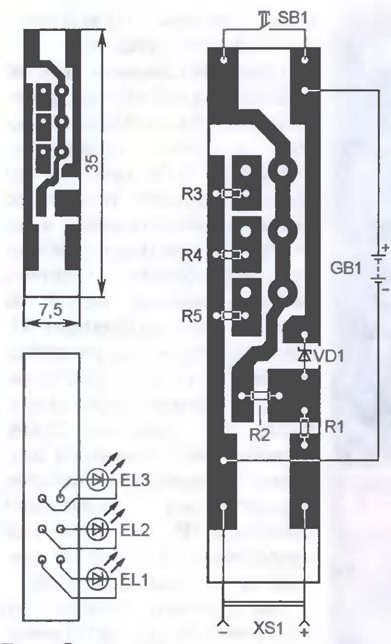


Рис. 2

пряжение — 3,6 В, емкость — 600 мА·ч, размеры — 52×36×7,5 мм. Печатная плата (**рис. 2**) разработана с таким расчетом, чтобы ее кромки не выходили за пределы меньшей грани батареи. Изготовлена она из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм и рассчитана на установку элементов для поверхностного монтажа. Постоянные резисторы — Р1-12, РН1-12 типоразмера 1206, диод VD1 — любой с барьером Шотки для поверхностного монтажа, подходящий по размерам. Светодиоды EL1—EL3 — любые высокой яркости белого цвета свечения с прямым напряжением не более 3,6 В и в корпусе диаметром 3 или 5 мм. Их

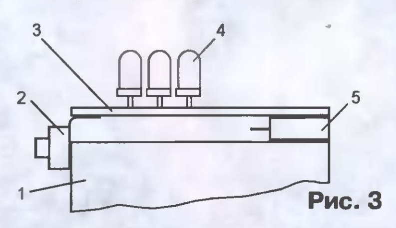


Рис. 3

число может быть как меньше, так и больше указанного на схеме (лишь бы они уместились на плате). Кнопочный выключатель SB1 — ПКн159 или импортный, подходящий по размерам, розетка XS1 — от малогабаритного компьютерного вентилятора или изготовленная самостоятельно из панели для установки микросхем в корпусе DIP.

Конструкцию фонаря иллюстрирует **рис. 3**. Все детали, кроме светодиодов 4, монтируют на стороне печатных проводников платы 3, причем выводы кнопки 2 припаивают, предварительно изогнув, как показано на рисунке. Выводы розетки 5 соединяют с печатными проводниками отрезками луженого провода диаметром 0,4...0,5 мм, а аккумуляторную батарею 1 — гибкого изолированного провода. После проверки работоспособности фонаря свободное пространство между батареей и платой заполняют термо- или эпоксидным клеем. Внешний вид фонаря показан на **рис. 4**.

При использовании элементов, указанных на схеме, ток, потребляемый от полностью заряженной аккумуляторной батареи, — около 100 мА.



Рис. 4

Для зарядки аккумуляторной батареи используют ЗУ от сотового телефона с выходным напряжением 5 В. Конечно, его необходимо доработать, снабдив соединительный шнур соответствующей вилкой для подключения к розетке XS1 фонаря. Если последняя допускает неправильное подключение ЗУ, то о правильном будет сигнализировать слабое свечение светодиодов. Средний зарядный ток при указанном на схеме сопротивлении резистора R1 — около 60...70 мА, поэтому продолжительность зарядки батареи должна быть примерно 10...12 ч. По истечении этого времени зарядное устройство следует отключить.

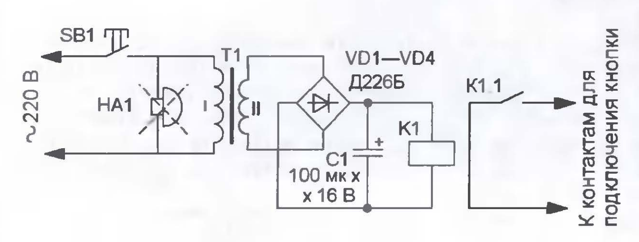
Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов, фото — автора

Замена дверного звонка

Д. ПЕТРЯНИН, г. Ртищево Саратовской обл.

При установке нового музыкального (мелодичного) дверного звонка взамен старого, как правило, электромагнитного, зачастую возникает проблема его подключения. Обусловлено это тем, что питание электромагнитных звонков осуществляется от сети 220 В и кнопка установлена в один из питающих проводов, а значительная часть музыкальных звонков имеет батарейное питание. Поэтому для того чтобы использовать старую кнопку для включения нового звонка, может потребоваться проведение электромонтажных работ, что делать самостоятельно не рекомендуется. Кроме того, для установки новой кнопки придется проводить "строительные" работы, что нежелательно или даже невозможно.

Выходом из такой ситуации может быть применение устройства, которое обеспечивает включение звонка с батарейным питанием от кнопки звонка с сетевым питанием. Схема устройства показана на **рисунке**. Электромагнитный звонок удаляют, а взамен него подключают устройство, содержащее понижающий трансформатор



T1, выпрямитель на диодном мосте VD1—VD4 и сглаживающем конденсаторе, к выходу которого подключено реле K1, его контакты K1.1 и будут выполнять функцию кнопки включения нового звонка.

В устройстве можно применить оксидный конденсатор К50-35 или импортный, выпрямительные диоды — КД103А, КД105Б, КД106А или мосты серий КЦ402, КЦ405 с любым буквенным индексом. Реле K1 — любое малогабаритное с номинальным напряжением срабатывания 12...14 В и хотя бы одной парой контактов, работающих на замыкание. Трансформатор T1 — понижающий малогабаритный, он должен обеспечивать на вторичной обмотке переменное напряжение 10...12 В и ток, достаточный для срабатывания реле K1. Подойдут трансформаторы от зарядных устройств сотовых телефонов или от старого лампового телевизора, например ТВК-110ЛМ.

Все детали размещают в пластмассовом корпусе подходящих размеров, используя навесной монтаж. Устройство соединяют со звонком изолированными проводами минимально возможной длины.

Редактор — Н. Нечаева, графика — Н. Нечаева

Три варианта ДМВ приемника с гетеродином на ПАВ резонаторе

Сергей ПЕТРУСЬ, г. Кременчуг, Украина

Схема второго, более сложного варианта приемника изображена на **рис. 4**. В нем на выходе первого смесителя (транзистор VT4) включен настроенный на первую ПЧ полосовой фильтр — П-контур C13L3C12. Это значительно уменьшает уровень помех и число паразитных каналов приема. Чувствительность приемника, несмотря на добавление второй ступени УПЧ, замет-

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2008, № 5

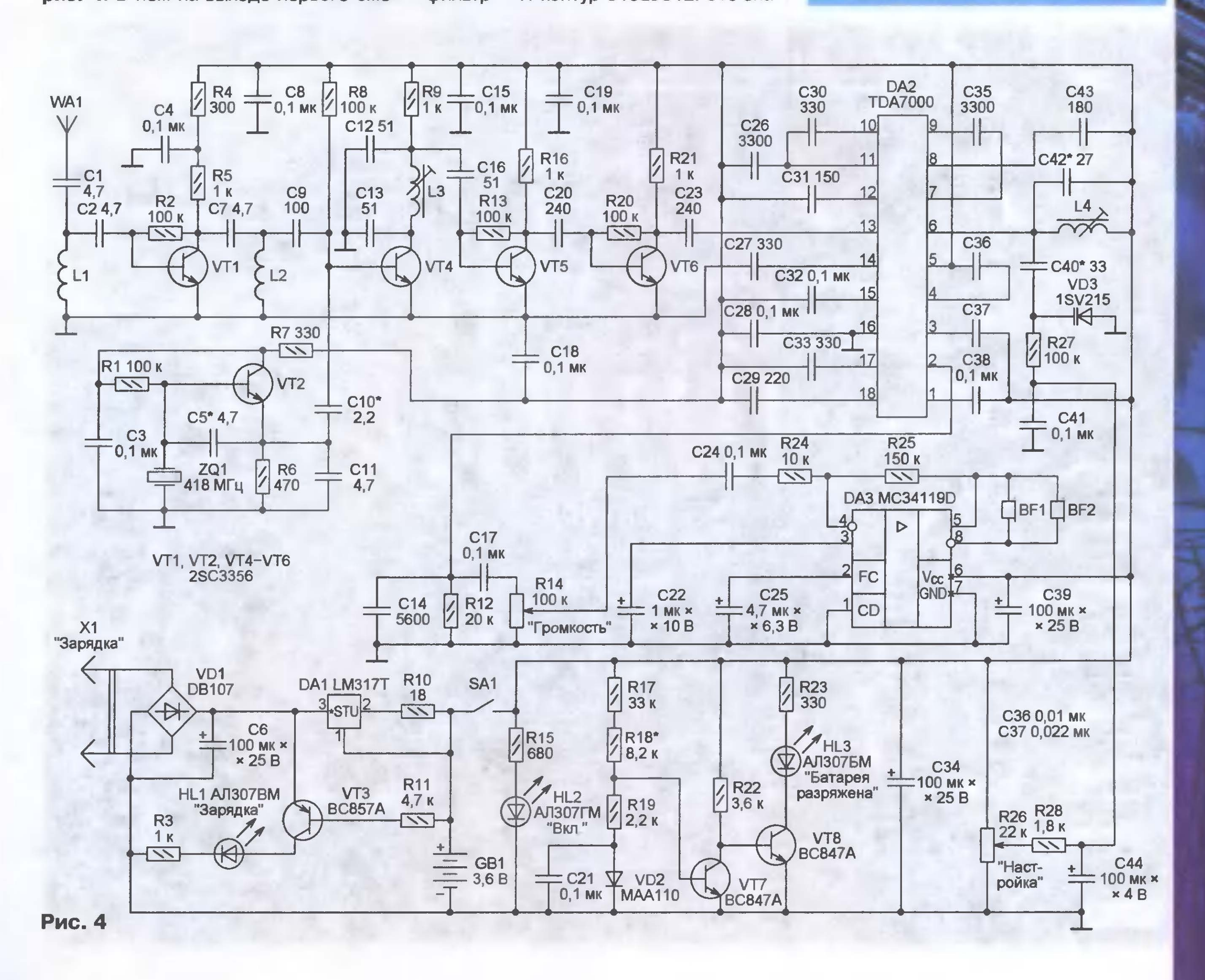


Рис. 4

но не увеличилась. К контуру второго гетеродина L4C42 подключен варикап VD3, что позволяет перестраивать приемник в некоторых пределах переменным резистором R26.

Добавлено устройство для зарядки аккумуляторной батареи GB1. Для его работы подают переменное или постоянное любой полярности напряжение 6...12 В на разъем X1. Ток зарядки стабилизирован микросхемой DA1 — около 70 мА при указанном на схеме номинале резистора R10. Светодиод HL1 сигнализирует о том, что зарядка происходит. О включении приемника свидетельствует свечение светодиода HL2.

Предусмотрен также узел контроля напряжения аккумуляторной батареи, собранный на транзисторах VT7 и VT8. Подборкой резистора R18 добиваются, чтобы светодиод HL3 включался, если напряжение питания приемника опустилось ниже 3...3,2 В.

Чертеж печатной платы этого варианта приемника приведен на **рис. 5**, а внешний вид собранной — на **рис. 6**. Конструкция платы ничем не отличается от описанной ранее. Конденсатор C5 на плате отсутствует — при налаживании выяснилось, что он не требуется.

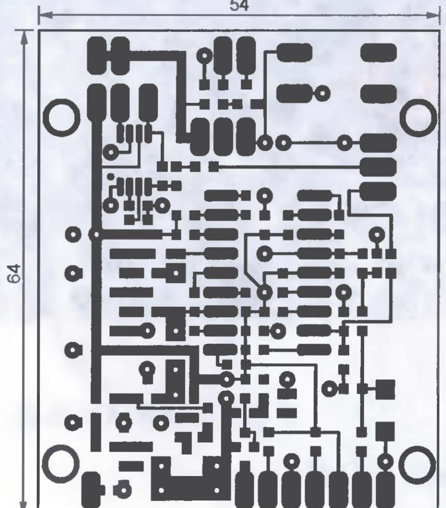


Рис. 5

Катушки L1 и L2 этого приемника такие же, как одноименные в первом варианте, а L3 и L4 аналогичны L3 (там же).

В третьем варианте приемника (его схема показана на **рис. 7**), в отличие от первых двух, вместо микросхемы ЧМ приемника TDA7000 применена функционально подобная MC3361BD. Вторая ПЧ в этом случае равна 455 кГц. Ее выделяет пьезофильтр ZQ2. На эту же частоту настраивают контур L5C32 частотного дискриминатора. Второй гетеродин настраивают на частоту на 455 кГц ниже первой ПЧ. При налаживании это делают подстройкой катушки L4 и подборкой конденсаторов C20 и C21, а в процессе эксплуатации — изменяя переменным резистором R31 постоянное напряжение, подаваемое на катод варикапа VD3. На анод варикапа поступает с выхода частотного дискриминатора микросхемы DA1 напряжение автоподстройки частоты второго гетеродина.

Зарядное устройство в данном варианте построено по упрощенной схеме. В нем нет стабилизатора тока, нужный ток зарядки устанавливают изменением напряжения, подаваемого на разъем X1, а также подборкой числа и номинала резисторов R10—R17.

Чертеж печатной платы приемника показан на **рис. 8**, а ее внешний вид — на **рис. 9**. Обратите внимание, что места для элементов узла контроля напря-

Рис. 6

Рис. 7

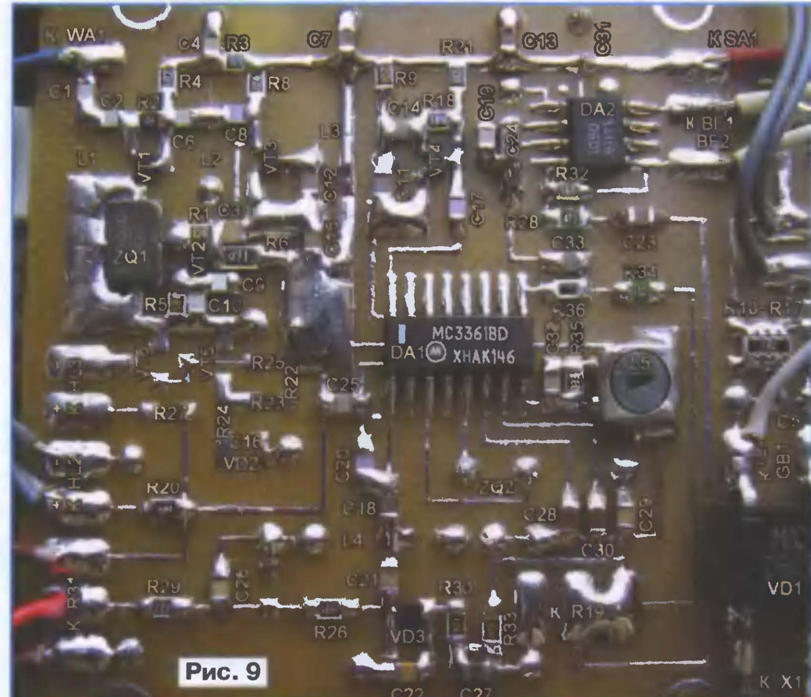


Рис. 9

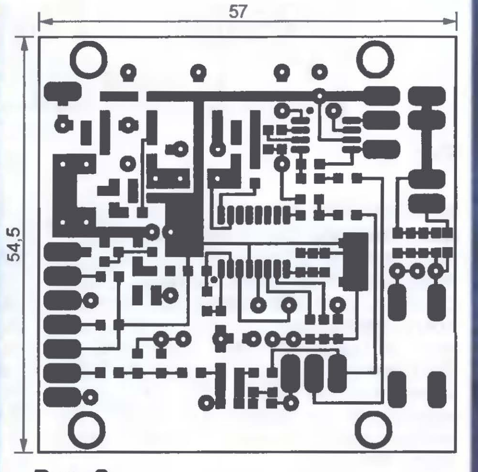


Рис. 8

жения питания на плате предусмотрены, но сами они не установлены. Катушка L5 отличается от катушек L3 и L4 увеличенным до 100 числом витков при уменьшенном до 0,07 мм диаметре провода.

Параметры этого варианта приемника приблизительно такие же, как первых двух.

***От редакции**. Файлы печатных плат этих вариантов приемника в формате Sprint Layout 4.0 имеется на нашем FTP-сервере по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/05/rx.zip>**.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — автора

КВ усилитель мощности "КАТЕТ"

Олег ПЛАТОНОВ (RA9FMN), г. Пермь

Предлагаемый усилитель не отличается большой мощностью и может быть рекомендован в качестве "дачного", что позволит при поездках на дачу с фирменным трансивером использовать суррогатные антенны без вреда для последнего. Ну и, конечно, 250 Вт выходной мощности — это немного лучше, чем 100!

Усилитель, схема которого показана на **рис. 1**, предназначен для усиления ВЧ сигналов на девяти радиолюбительских КВ диапазонах — от 1,8 до 29,7 МГц. Он выполнен на лампе VL1 типа ГМИ-11, включенной по классической схеме с общим катодом. Входное сопротивление усилителя и устойчивость его работы на всех диапазонах обеспечивает резистор R1, который позволяет импортному трансиверу (а усилитель для него и предназначен) работать на постоянную нагрузку 50 Ом (40 Вт) с минимальным КСВ. При выходной мощности трансивера 15...20 Вт усилитель обеспечивает на выходе мощность 250 Вт.

Анодная цепь лампы VL1 выполнена по схеме последовательного питания, что также благотворно сказывается на устойчивости работы усилителя. Питание на анод поступает через дроссели L2, L5 и П-контур, состоящий из катушек L3, L4, конденсатора настройки C9 и конденсатора связи с антенной C12. Дроссель L2 предотвращает самовозбуждение усилителя на высокой частоте. Выбор рабочего диапазона осуществляется переключателем SA1 (на рис. 1 он показан в положении 1,8 МГц).

Перевод усилителя в активный режим происходит при соединении цепи "Упр." с общим проводом.

Блок питания усилителя, его схема представлена на **рис. 2**, состоит из источника анодного напряжения и источника накального напряжения, напряжения экранной сетки, смещения, питания реле и вентилятора.

Источник анодного напряжения выполнен на трансформаторе T1, имеющем шесть вторичных обмоток с напряжением 240 В. Каждая обмотка трансформатора работает на свой выпрямитель VD1—VD6, выходы всех выпрямителей соединены последовательно. Такое схемное решение высоковольтного выпрямителя дает свои преимущества: во-первых, повышает надежность источника питания, во-вторых, не нужно "зацикливаться" на поиске высоковольтных конденсаторов большой емкости, а потом думать, куда их пристроить, решая проблемы компоновки.

Источник сеточных напряжений и накала лампы выполнен на трансформаторе T2 и каких-либо особенностей не имеет.

Конструкция может быть рекомендована для повторения радиолюбителями средней квалификации, и вся технология рассчитана на изготовление в домашних условиях. Этапы сборки усилителя показаны на фотографиях. В конструкции применены широко распространенные радиодетали, за исключением лампы и ее панели.

Усилитель выполнен по модульной технологии и состоит из трех функционально законченных узлов — собственно УМ и двух источников питания, размещенных в корпусе размерами 360×260×160 мм (**рис. 3**). Несмотря на довольно высокую плотность заполнения объема маленького корпуса, такое конструктивное решение не создает проблем при сборке и, кроме того, облегчает ремонт аппарата.

Модуль выходного каскада имеет полностью законченную автономную конструкцию. Он собран на Г-образном шасси, спаянном из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм. Глубина "подвала" шасси — 20 мм. Расположение всех деталей на шасси хорошо видно на фотографии в тексте статьи (**рис. 4**) и двух фотографиях, расположенных на второй обложке журнала. Корпусы конденсаторов переменной емкости П-контура объединены в один блок, что оправдано механически и электрически. "Анодный" конденсатор C9 — от транзисторного радиоприемника "Океан". Все его секции соединены параллельно. Пластины статора и ротора конденсатора удалены через одну для увеличения зазора. Конденсатор связи с антенной C12 — от радиоприемника "Балтика". При напряжении на аноде лампы 1500...1800 В и работе на нагрузку 50...75 Ом его можно использовать без переделки. Секции конденсатора соединены параллельно. Перед установкой в модуль конденсаторы были промыты в ультразвуковой мойке и высушены. Затем пластины роторов и статоров заклеены малярным скотчем, и корпусы конденсаторов покрашены автомобильной акриловой грунтовкой серого цвета из аэрозольной упаковки.

Оси КПЕ через отрезки дюритового шланга, служащие изоляторами, и дополнительные оси и втулки, взятые от старых переменных резисторов, выведены на переднюю панель модуля. Для фиксации изоляторов использованы водопроводные хомуты самого маленького диаметра.

Дроссель L1 — стандартный Д-0,1 200 мкГн, L2 — 3 витка провода ПЭВ-2 1,0, намотанных с шагом 4 мм на резисторе R3. Дроссель L5 намотан виток к витку проводом ПЭВ-2 0,5 на керамическом каркасе диаметром 18...20 мм. Число витков — 80...100, что не критично. Он установлен вертикально на дополнительном эбонитовом изоляторе.

Катушки L3 и L4 намотаны на керамических каркасах диаметром 35 мм. L3 содержит семь витков посеребренного провода диаметром 2 мм, намотанных с шагом 4 мм. Отводы от 1, 2, 3, 4-го витков, считая от вывода, соединенного с катушкой L4. Катушка L4 содержит 15 витков провода ПЭВ-2 1,0, намотанных виток к витку, и 25 витков посеребренного провода диаметром 1 мм, намотанных с шагом 0,5 мм. Отводы от 15, 20, 27 и 33-го витков, считая от вывода, соединенного с дросселем L5.

Резистор R1 (его мощность 40 Вт) составлен из двадцати параллельно соединенных резисторов МЛТ-2 1 кОм и размещен в "подвале" шасси, **рис. 5**. Подстроечный резистор R2 — СП3-9б.

VL1 ГМИ-11; C2 3300; C1 6800; XW1 Вход; K1.1; L2; R3 50; C3 3300; L3; L4; C13; K2.1; XW2 Выход; L5; +1500 В; C14; C7,C8,C10,C11 2200×3 кВ; SA1; C7; C8; C10; C11; C9 150; C12 1000; C13, C14 4700×3 кВ; R1 50; C4 6800; L1; +200 В; ~26 В; −60 В; +24 В; R2 100 к; C5 6800; K1.2; HL1 АЛ307Б; R4 3,9 к; K1; K2; C6 6800; Упр.

Рис. 1

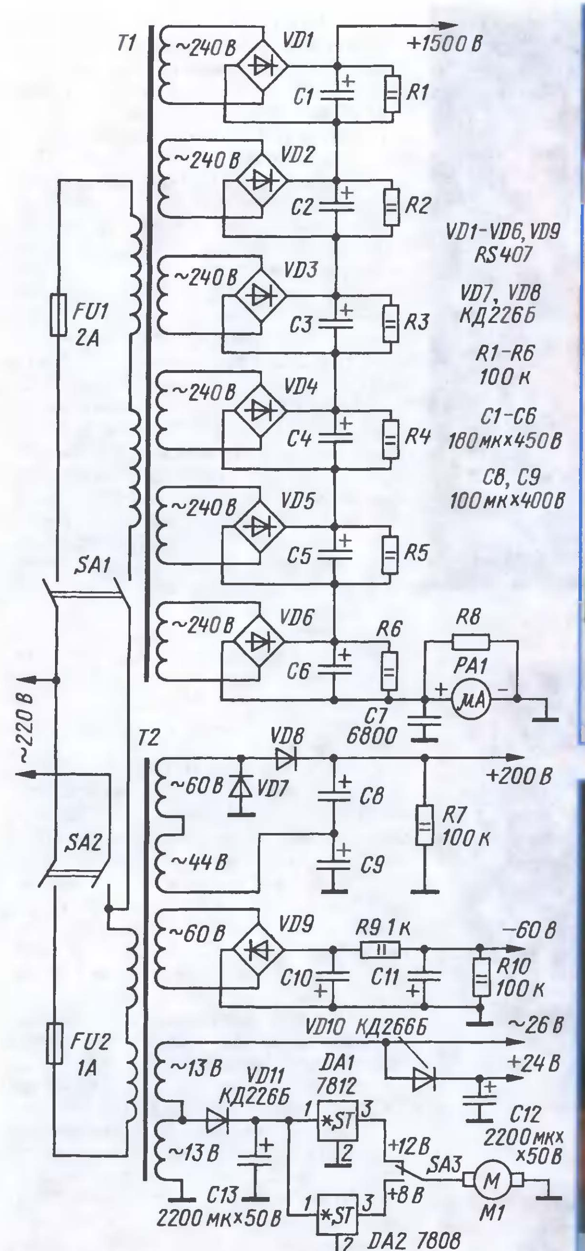


Рис. 2



Рис. 3

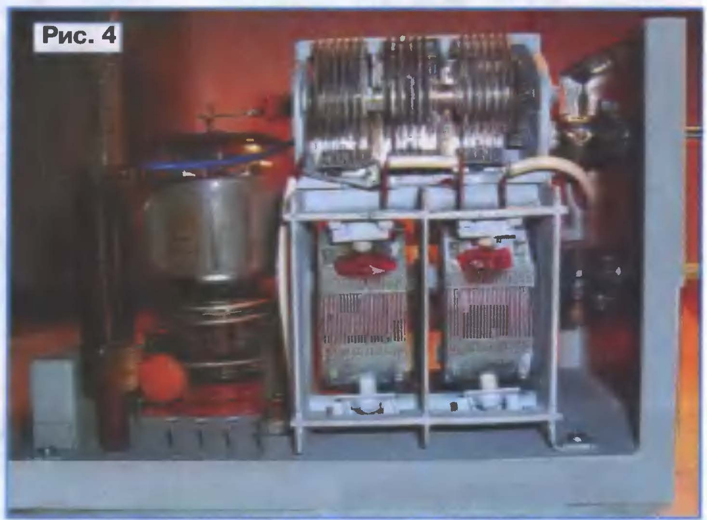


Рис. 4

Конденсаторы С7, С8, С10, С11, С13, С14 — К15-5. Остальные — КСО (С1—С4), КЛС (С5, С6), СГМ. Мое предвзятое отношение к конденсаторам К15-5 изменилось, когда я увидел их в составе профессиональной связной аппаратуры.

Реле К1 — РЭС54Б (исполнение ХП4.500.011-02, рабочее напряжение — 27 В), К2 — от УКВ радиостанции "Марс" или любое другое с контактами, закрепленными на керамике. Реле К2 установлено на задней панели около выходного разъема XW2.

Источник анодного напряжения изготовлен на базе телевизионного трансформатора ТСА-310. Предварительно у него удалены все вторичные обмотки и проводом ПЭВ-2 0,4 намотаны шесть новых (по три обмотки на каждую катушку), выдающих по 230...240 В переменного напряжения. Все выпрямители выполнены навесным монтажом на плате из оргстекла. В случае выхода какого-либо оксидного конденсатора из строя (например, при его взрыве) попавший на оргстекло электролит может быть с него легко удален, чего нельзя сделать на стеклотекстолите, так как он очень гигроскопичен. Если же для высоковольтных выпрямителей применять платы из стеклотекстолита, то после окончания монтажа можно рекомендовать покрыть их акриловым лаком. Все оксидные конденсаторы — К50-35 или аналогичные импортные.

Плата выпрямителя закреплена на трансформаторе с помощью четырех уголков. В результате получен законченный автономный источник анодного напряжения с высокой надежностью и ремонтопригодностью. Его внешний вид показан на **2-й с. обложки**.

В качестве микроамперметра PA1 — индикатора анодного (а точнее катодного) тока — автор использовал стрелочный индикатор от китайского карманного мультиметра. Прибор зашунтирован на ток полного отклонения 1 А. Шунт, резистор R8, выполнен из медного провода диаметром 0,5...0,6 мм.

Источник сеточных напряжений и накала лампы изготовлен на базе телевизионного трансформатора ТС-180. У него удалены все накальные обмотки, и вместо них проводом ПЭВ-2 1,5 намотаны новые, по одной обмотке на каждую катушку, выдающие 13...13,5 В. При последовательном соединении они обеспечивают питание накала

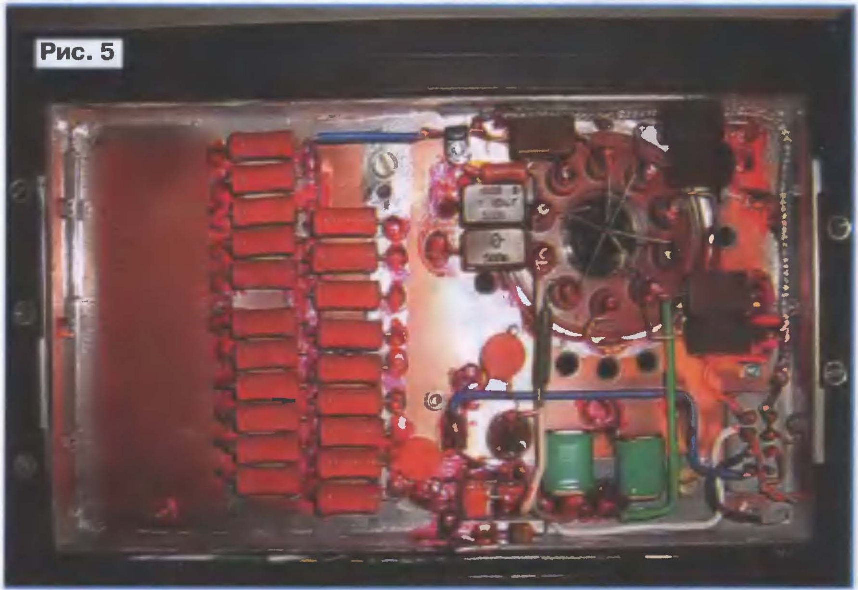
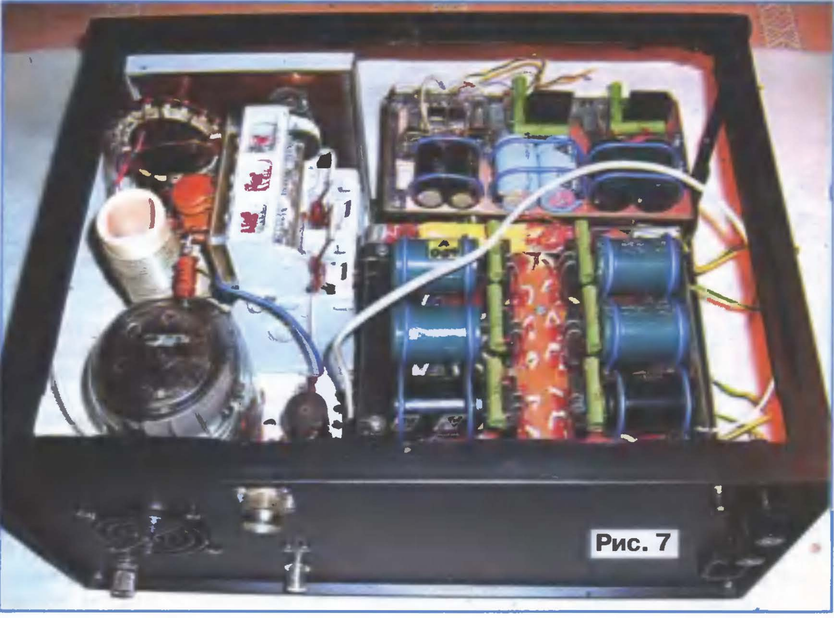

Рис. 5


Рис. 6


Рис. 7

лампы ГМИ-11. К этим же обмоткам подключены однополупериодные выпрямители напряжения для питания реле (+24 В) и вентилятора (+12 В или +8 В). Одна из штатных обмоток трансформатора (60 В) обеспечивает питание управляющей сетки лампы. Две другие обмотки (60 и 44 В) соединены последовательно и через выпрямитель с удвоением напряжения на диодах VD7, VD8 обеспечивают питание экранной сетки.

Все детали этого источника смонтированы на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, вырезанной с помощью резака (**рис. 6**). Плата также закреплена на трансформаторе.

Шасси под выпрямители изготовлено из листа фанеры толщиной 8 мм, покрытого защитным слоем лака или краски. Предварительно в фанере в местах установки трансформаторов просверлены вентиляционные отверстия диаметром 10 мм. Трансформаторы закреплены на фанере через резиновые шайбы толщиной 3 мм для снижения шума.

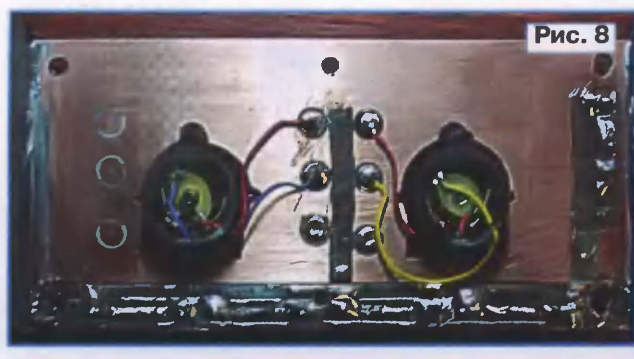
Хочу обратить внимание, что отрицательный вывод высоковольтного выпрямителя следует соединить с общим проводом модуля УМ медной лентой или полоской из луженой жести шириной 15...20 мм.

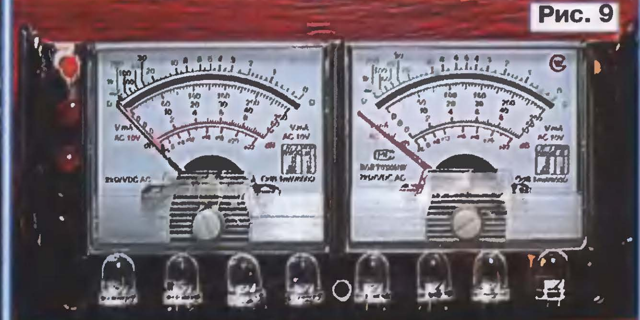
Старайтесь всеми способами облегчить температурный режим усилителя. Его корпус имеет небольшие размеры, поэтому пришлось прибегнуть к принудительной вентиляции. На задней панели корпуса установлен компьютерный "кулер" диаметром 90 мм, работающий на вытяжку. В процессе настройки анод лампы будет почти всегда сильно раскаляться, и отвод тепла необходим. В шасси модуля вокруг панели лампы просверлены отверстия диаметром 6 мм, чтобы обеспечить естественную конвекцию воздуха.

Фотография внутренней компоновки усилителя со стороны задней панели показана на **рис. 7**. Внешний вид готового изделия и компоновку со стороны лицевой панели иллюстрируют фотографии на **2-й с. обложки**. Второй стрелочный прибор, установленный на лицевой панели, но не показанный на схеме усилителя, является простейшим индикатором напряженности поля. Оба прибора смонтированы на каркасе, спаянном из двусторонне фольгированного стеклотекстолита (**рис. 8**) и имеют подсветку шкал, выполненную в виде линейки из восьми последовательно соединенных светодиодов, питаемых от источника +24 В (**рис. 9**).

Настройка усилителя сводится к установке тока покоя лампы в пределах 40...60 мА в режиме передачи, без подачи сигнала на его вход. Эту операцию следует проводить после десятиминутного прогрева лампы. Также может потребоваться подбор отводов катушек П-контура.

В процессе эксплуатации усилителя не следует забывать о последовательности включения и выключения цепей питания усилителя, что позволит продлить срок службы радиолампы. Первым включают тумблер SA2, затем, по исте-


Рис. 8


Рис. 9

чении приблизительно одной минуты, включают тумблер SA1. Выключение усилителя производят в обратной последовательности.

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Направленный ответвитель на симметричной полосковой линии

В. ВАСИЛЬЕВ, г. Оренбург

Применение направленных ответвителей в высокочастотной технике чрезвычайно удобно и широко распространено. Эти абсолютно линейные устройства могут разделять и суммировать сигналы любой мощности в чрезвычайно широкой полосе частот.

Как показано на **рис. 1**, направленный ответвитель W1 включают между ВЧ генератором G1 и его нагрузкой $Z_н$. Сопротивление каждого из резисторов $R_{н.пад}$ и $R_{н.отр}$ должно быть равно волновому сопротивлению вторичной линии направленного ответвителя (2—4). При этом условии на первом из них выде-

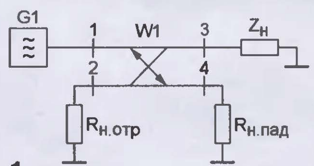


Рис. 1

ляется часть мощности падающей в нагрузку $Z_н$ волны, а на втором — такая же часть мощности волны, отраженной от нагрузки. Зависящий от конструкции ответвителя коэффициент пропорциональности равен $10^{-0,1c}$. Величину с называют переходным затуханием и выражают в децибелах.

Один из самых несложных направленных ответвителей — на связанных отрезках симметричной полосковой линии. Его можно изготовить из двух плат из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 или 2 мм согласно чертежу, изображенному на **рис. 2**.

На верхней одной стороне платы 1 вытравлены печатные центральные проводники первичной и вторичной полосковых линий. Их размеры (для волнового сопротивления 50 Ом) в зависимости от требуемого переходного затухания и толщины стеклотекстолита t приведены в **таблице**. Длина участка связи $L_{св}$ от этих параметров не зависит. Ее оптимальные значения — 235 мм для диапазона 144...148 МГц и 77 мм — для 432...444 МГц.

Плата 3 размерами $L_{св}$×35 мм с односторонней металлизацией плотно при-

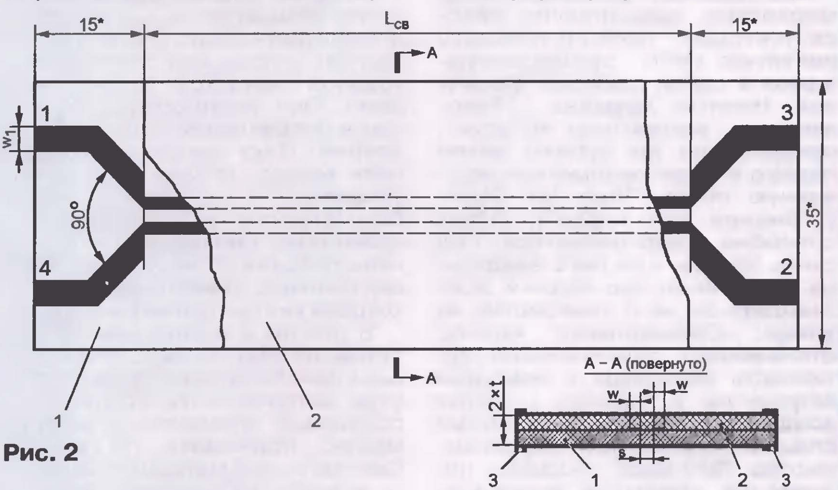


Рис. 2

Переходное затухание, дБ	Размеры, мм			
	t = 1,5; w_1=2,57		t = 2; w_1=3,4	
	s	w	s	w
14	0,64	1,14	0,73	1,52
15	0,74	1,16	0,98	1,54
16	0,84	1,17	1,11	1,56
17	0,94	1,18	1,25	1,57
18	1,04	1,19	1,386	1,587
19	1,14	1,197	1,525	1,596
20	1,25	1,2	1,66	1,60
21	1,35	1,21	1,81	1,61
22	1,46	1,21	1,95	1,61

жата стороной без фольги к печатным проводникам платы 1. Внешние металлизированные поверхности обеих плат соединены между собой припаянными по всей длине боковых граней полосками фольги 3.

Ширина плат, в данном случае принятая равной 35 мм, принципиального значения не имеет, она лишь должна быть в десять и более раз больше ширины центрального проводника полосковой линии. Также не имеет особого значения и длина отрезков линий шириной w_1, они нужны лишь для присоединения центральных проводников коаксиальных разъемов или кабелей. Внешние проводники соединяют с ближайшими участками внешней металлизации ответвителя.

Теоретический коэффициент перекрытия по частоте направленного ответвителя описанной конструкции приблизительно 1,5 при неравномерности переходного затухания не более 0,2 дБ. Поэтому приборы указанных выше размеров можно с успехом использовать на частотах 115...175 МГц и 350...525 МГц. А изменяя лишь длину участка связи, — на частотах от десятков мегагерц до единиц гигагерц. Этот размер в миллиметрах можно найти по формуле

$$L_{св} = 0{,}201\left(\frac{300 \cdot 10^3}{f_{min}}\right)\frac{1}{\sqrt{5}},$$

где f_{min} — минимальная рабочая частота, МГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Фельдштейн А.** (ред.). Справочник по элементам полосковой техники.— М.: Связь, 1979.

2. **Вольман В.** (ред.). Справочник по расчету и конструированию полосковых СВЧ устройств. — М.: Радио и связь, 1982.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Шаги в будущее
Шаг 5: почувствуйте себя

Александр ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

Золотая середина — это миг между темным прошлым и светлым будущим

Ближе к телу

Собственно, мы давно уже идем к этой теме, и сегодня в ней регулярно открываются самые удивительные возможности цифрового мира. В связи с чем очень может быть, что мы еще будем вспоминать наше время, как замечательное время "золотой середины".

Как-то мы уже рассматривали перспективную "цифровую кожу" на живом пользователе, но сейчас начнем приближаться к его телу издалека. Например, с обуви.

VectraSense, дочернее коммерческое предприятие Массачусетского технологического института (MIT), руководствующееся в своей практике формулой Никиты Хрущева: "Революции — локомотивы истории", представило на рубеже веков первую в мире компьютеризированную обувь "Verb for Shoe" ("Команда для туфли"). Обувь способна подстраиваться под стиль ходьбы или бега владельца, запоминать его вкусы и даже заводить за него знакомства на улице. Специальный сенсор отслеживает двигательную активность владельца с помощью встроенных в подошву и каблук воздушных камер. Встроенный специализированный микрокомпьютер ThinkShoe способен постепенно обучаться индивидуальному стилю ходьбы хозяина и подстраивать упругость воздушных "пузырей". Сенсор способен различать ходьбу и бег, подыгрывая хозяину каждые 15 мс.

А еще ThinkShoe по беспроводной связи может соединяться с настольным (карманным, мобильным) компьютером владельца через сеть Wi-Fi со скоростью 1,5 Мбит/с. Через компьютер хозяин обуви может подстроить ее жесткость, идентифицировать проблемы, а также заложить в память ботинок изображение своей визитки, фотографии, небольшие аудиофайлы или иную информацию о себе, чтобы владельцы Verb могли образовывать виртуальное сообщество.

При встрече на улице разные туфли Verb узнают друг друга и тут же обмениваются по радио визитками хозяев. Объем памяти у каждого ботинка может достигать 128 кбайт. А еще Verb могут выходить в Интернет и связываться с сервером компании-производителя для точной идентификации неисправностей и обновления собственного программного обеспечения. Гарантия — шесть месяцев или 480 км пробега.

Привет, коллеги! Ну и как чувствуют себя ваши ноги? С кем познакомились туфли?

Бионическое зрение

Недавно ученые университета штата Вашингтон в Сиэтле продемонстрировали прототип контактных линз со встроенной электронной "начинкой" и светодиодами. Они утверждают, что это шаг в направлении бионического зрения. Пока линзы испытывались только на кроликах, чтобы убедиться в их биологической безопасности, но в предстоящих испытаниях они надеются продемонстрировать носителю линз виртуальную приборную панель, которая как бы плавает в воздухе.

В опытах с животными светодиоды не включались, но в будущем для их питания предполагается использовать встроенные солнечные элементы, а информацию принимать по радио. Светодиодная матрица размещается перед хрусталиком глаза, а остальные элементы располагаются на периферии и не заслоняют поле зрения. Толщина линз составляет несколько нанометров, а размер светодиодной матрицы — треть миллиметра.

Пока линзы не корректируют зрение, но со временем их можно будет применять и с изменяемыми характеристиками оптического инструмента, например, "зума" и других функций, управляемых встроенной электроникой. Уж не придется ли вскоре выбрасывать цифровые фото- и видеокамеры?

Бесклавиатурное будущее

Со сказанным выше перекликается доклад о будущем компьютерных технологий основателя корпорации Microsoft Билла Гейтса, с которым автор выступил перед Технологическим советом Северной Вирджинии (NVTC). Одним из основных направлений развития технологий Билл Гейтс назвал концепцию естественных пользовательских интерфейсов, которые, как он уверен, пока недооценены. Однако в будущем подобные интерфейсы выведут на новый уровень взаимодействие человека и техники, поскольку привычные клавиатура и мышь будут оттеснены на второй план. Им на смену придут более удобные решения, понимающие рукописный ввод и речь, а также системы распознавания изображения. В итоге компьютер будущего превратится из большой настольной машины в содержимое стола и сможет распознавать предметы, лежащие на его поверхности. Попутно Б. Гейтс отметил, что центры обработки данных будут полностью автоматизированы и практически не потребуют вмешательства человека. А телевидение будущего уйдет в Интернет и станет интерактивным.

Кстати, как писала пресса, для лучшего понимания грядущих потребностей потребителей Б. Гейтс применяет весьма оригинальные способы. Однажды он даже пригласил на семинар писателей-фантастов, поскольку искренне убежден, что существующие методики маркетинга устарели и непригодны для определения трендов будущего. Поэтому нужны уже не маркетологи, а футурологи.

Звук псевдомысли

На недавней конференции компании Texas Instruments одним из основателей корпорации Ambient Майклом Кэллаханом было продемонстрировано устройство "Audeo", представляющее собой электронный ошейник, считывающий нервные сигналы человека и преобразовывающий их в речь, воспроизводимую электронным синтезатором. После специальной тренировки человек может посылать нервные сигналы на свои голосовые связки без создания звуковых колебаний. Эти сигналы считываются электронным устройством, надетым на шею человека, и передаются по беспроводной связи в компьютер, который преобразовывает их в слова, произносимые компьютерным голосом, сообщает NewScientistTech.

Пользователям нет нужды беспокоиться, что будут озвучены все их мысли. Просто они должны подумать о произносимых словах, особенно четко для того, чтобы они зафиксировались оборудованием. При этом человек

может разговаривать вполне нормально, в то время как устройство будет молчать — к примеру, можно незаметно сделать приватный звонок по мобильному телефону во время публичного выступления. "Мы можем различать, когда вы хотите разговаривать про себя или вслух", — утверждает разработчик.

Пока устройство распознает 150 слов и фраз, но к концу текущего года Ambient планирует выпустить улучшенную версию без ограничения словарного запаса. Вместо распознавания слов и фраз такое устройство сможет различать отдельные фонемы, из которых формируются слова. Такой способ будет работать медленнее, но зато пользователь сможет сказать что угодно. По мнению разработчиков, система на основе фонем поможет людям, утратившим способность разговаривать вслух. А вот деспотичным работодателям это устройство вряд ли пригодится, поскольку узнать, о чем, к примеру, думают во время отдыха "рабы на галерах", устройство не может. Однако и отчаиваться им не стоит...

Распознавая мысли

А вот это уже настоящая фантастика цифрового мира, которая, как ожидается, окончательно "станет на крыло" через 15...20 лет и затмит собой пресловутый "детектор лжи".

Специалисты Калифорнийского университета в Беркли представили аппаратно-программный комплекс, способный сканировать центры чтения визуальной информации и давать ответ, что конкретно видит человек в определенный момент времени. Это приближает ученых к возможности читать человеческий мозг, как открытую книгу, что, в свою очередь, открывает возможности для создания совершенных устройств, способных распознавать мысли, чувства и даже намерения того или иного индивида.

В качестве рабочей гипотезы метода распознавания использована технология функционального магниторезонансного исследования мозга, уже активно применяемая во многих клиниках США. Во время процедуры с помощью магнитных полей создается объемная картина внутренних органов человека, и на мониторах можно увидеть картины не только строения его мозга, но и распространения даже слабых кровотоков внутри головы. Новизна работы ученых из Беркли состоит в том, что им удалось расшифровать механизм кровоснабжения определенных участков мозга и с помощью алгоритмов искусственных нейросетей построить логические программы, анализирующие активность тех или иных зон. В качестве исходных данных использованы исследования деятельности мозга, воспроизводящего определенные визуальные образы. С помощью такого банка данных компьютер учится понимать, какие визуальные раздражители предстают перед человеком.

По итогам нескольких процедур вероятность правильного распознавания нескольких картинок составила 92 %. Эти результаты окрылили биофизиков, и спустя некоторое время они повторили опыт, усложнив задачу до одной тысячи различных изображений. Достоверность несколько снизилась и составила 82 %, однако ученые уверены, что в скором времени они смогут повысить эффективность работы устройства до 98 %.

Похожие работы ведутся и в других научных центрах, в том числе в РФ. Поскольку работа мозга каждого человека обладает индивидуальными особенностями, для прямого считывания функционирования нервной системы используют электроэнцефалограф (ЭЭГ), фиксирующий биоритмы мозга. Создаваемые аппараты, диагностирующие мысленные команды, получили название Brain-Computer Interface (интерфейс мозг-компьютер). Уже сегодня с их помощью можно мысленно управлять инвалидной коляской или небольшим роботом.

В обозримом будущем возможно появление гораздо более функциональных устройств, диагностирующих, к примеру, намерения пилотов самолетов, операторов АЭС, космонавтов или иных операторов, работа которых связана с высокой концентрацией внимания, и в случае неправильных действий и даже намерений выдавать предупреждение. Как еще могут быть использованы подобные устройства, нетрудно догадаться.

Управление поведением

Еще три года назад статья в журнале Forbes (**www.membrana.ru**) "Люди с дистанционным управлением" описывала японскую "игрушку", демонстрировавшуюся на выставке-конференции "SIGGRAPH 2005".

Одна из многочисленных лабораторий японского телекоммуникационного гиганта NTT показала, как под контролем хмурого японца с ПДУ девушка ходит, качается, поворачивает вправо-влево и смеется при этом в голос. Девушка абсолютно нормальная и трезвая, и журнал предлагает обратить внимание на устройство за ее ушами. Это гальванический вестибулярный стимулятор (Galvanic Vestibular Stimulation — GVS).

Хотя GVS известен почти 100 лет, им вплотную заинтересовались лишь в конце прошлого века. И японские специалисты подумывают о коммерциализации своей системы под названием "Раскачаем этот мир" ("Shaking The World"). Причем данный проект является частью целого направления в деятельности лаборатории под названием "Паразитический гуманоид" ("Parasitic Humanoid" — PH), связанного с "моделированием невербального человеческого поведения".

В GVS находятся управляемые по беспроводному каналу связи электроды, по которым слабый постоянный ток воздействует на сосцевидные отростки за ушами. Тело человека в ответ на электрический ток перемещает баланс в сторону анода. Таким образом, у дистанционно управляемого человека меняется представление о собственном положении в пространстве. Устройство может вызвать виртуальное ощущение ускорения, синхронизированное с оптическим потоком или музыкальными ритмами, и даже боковую ходьбу к аноду. Но зачем?

В первую очередь, создатели "Shaking The World" нацелены на игровую индустрию, к примеру, в автогонках можно усилить восприятие центробежной силы. Различные тренажеры — другая сфера применения. А еще систему можно использовать на дискотеках, чтобы синхронизировать тела танцующих с ритмом. Или улучшить навигацию для пешеходов, автоматически предотвращая столкновения и падения, или применять для контроля толпы. Теоретически GVS даже может быть новым видом коммуникации между людьми.

Также можно вспомнить о людях, имеющих проблемы с вестибулярным аппаратом, страдающих от головокружения и так далее. В общем, припомнить или придумать какие-то ниши для GVS нетрудно — было бы желание. И нет сомнений, что оно появится.

Смерть от удовольствия

В 1952 г. в университете Макгилла (Канада) исследователь Джеймс Олдс занимался изучением функций мозга у крыс с помощью вживленных электродов. Странное поведение одной из крыс, почему-то стремившейся получить электрический "удар", выявило, что электрод оказался вживлен неточно и затронул область мозга, которую

ученые окрестили позже "центром удовольствия". Оказалось, что такую крысу можно приучить нажимать рычаг, включающий стимуляцию электротоком до тысячи раз в час! Потом этот центр нашли и у человека, но не спешите радоваться — крысы, получившие возможность бесконтрольно нажимать на рычаг, доводили себя до полного изнеможения, забыв про пищу, сон, детенышей и... любовь. Находится человеческая "кнопка" в области мозолистого тела, где расположен "мост" между двумя полушариями. Ну а заменить "кнопку" вживленным чипом с радиоинтерфейсом, чтобы контролировать поведение человека, — вполне выполнимая задача для современных технологий. То есть теперь вполне могут стать реальностью сюжеты фантастических произведений, написанных еще в прошлом веке и посвященных людям, готовым работать вовсе не за деньги. Путем воздействия на "центр удовольствий" уже лечат наркоманов и алкоголиков. Быть может, здесь кроется и разгадка появления маньяков, у которых просто недоразвит или поврежден "центр удовольствия"... Но это еще не все.

Как отметила в связи с этим в своем интервью, опубликованном в прошлом году в "Комсомольской правде", академик Наталья Бехтерева, ее сильно удивила одна загадка нашего мозга, когда стимуляция еще одной "кнопки" привела к увеличению краткосрочной памяти почти в два раза. И при проверке его интеллектуальных способностей стало ясно, что они необычайно повысились. Однако из опасения повредить пациенту ученые прекратили опыты. Но ведь могут найтись и другие ученые...

Воздействовать на "центр удовольствий" можно различными раздражителями. В частности, психологи Великобритании обнаружили, что необыкновенную радость современному молодому человеку доставляет обыкновенное SMS. Во время ожидания ответа на отправленное сообщение "центр удовольствия" в мозге невероятно активизируется.

Поедая гены

Более серьезно воздействовать на организм человека сможет быстро развивающаяся эпигенетика. Ее суть в том, что можно отключать тот или иной ген в организме, воздействуя на человека извне. Роль радио тут пока не очень понятна, но на уровне биодобавок к пище уже проглядывает следующее: съел одну добавку — отключен ген, вызывающий болезнь Альцгеймера, съел другую — побеждена лейкемия. Зная предрасположенность родителей к каким-то болезням, у их ребенка можно будет еще в раннем детстве отключить опасные гены. Можно решать и социальные проблемы: "гасить" в человеке уже известные гены агрессии, предрасположенности к алкоголизму и прочее. Но за внешней простотой такого "лечения" кроется не только масса предстоящей работы, но и много неизвестных последствий.

Предостережение истории

Говорят, что древние китайцы применяли порох исключительно для фейерверков, уж только потом им заинтересовались древние военные китайцы. Открывая дорогу к звездам, Константин Циолковский описал принцип реактивного движения, но вскоре на боевое дежурство заступила ракетная техника. Атомная бомба, системы лазерного наведения... — этот список можно продолжать бесконечно. И не секрет, что практически любое изобретение, призванное облегчить нашу жизнь, оказывается пригодным и для уничтожения себе подобных. Таких же сюрпризов можно ждать и от генетики, и от управления поведением.

И вот Пентагон активно развивает программы, связанные с использованием прямой связи между мозгом и компьютером, и военное агентство DARPA, которому весь мир обязан изобретением Интернета, финансирует несколько программ по разработке систем, читающих мысли человека. Одна из таких программ называется "Augmented Cognition" (Восприятие в дополняющем режиме). В основе лежит идея о том, что у человека есть несколько видов рабочей памяти и несколько видов внимания, за которые отвечают разные отделы мозга. Если отследить, какие отделы наиболее нагружены, можно попробовать компенсировать перегрузки с помощью электроники. Так, если человек получает слишком много визуальной информации — надо оповещать его текстом. Если он читает слишком много текста, можно представить больше информации в визуальной форме — в виде графика или карты.

По заказу ВВС США фирма Design Interactive строит систему боевого управления, где средства ЭЭГ и слежения за перемещением зрачков используются для оценки состояния восприятия оператора. Задача системы — избежать узких мест в восприятии информации до того, как они возникнут.

Еще один контракт ВВС США заключили с компанией QUASAR для совершенствования мысленного интерфейса управления эскадрильями летающих боевых роботов. В обычных условиях справиться с этим нетрудно, но в пылу боя будет очень и очень непросто без помощи различных вспомогательных инструментов.

Кроме программы "Augmented Cognition", агентство DARPA планирует потратить 12 млн долл. на различные программы изучения мозга, вроде "Нейротехнологии для аналитиков разведки", которая предусматривает разработку технологий, позволяющих анализировать и сортировать спутниковые снимки за счет считывания неосознаваемых импульсов в мозгу оператора. Первые испытания показывают шестикратный рост производительности труда аналитиков при совместной работе человека и компьютера. И вот уже отряды боевых киборгов становятся совсем близкой реальностью.

Прослушивая сердце

И опять про то же...В "The New York Times" недавно был опубликован доклад ученых из университетов Вашингтона и Массачусетса, которые бьют тревогу: к списку объектов хакерской атаки добавилось человеческое сердце. По словам ученых, угроза хакерской атаки на сердце, в которое вживлен кардиостимулятор, пока существует только в теории, однако в ближайшее время этот риск может заметно увеличиться. Уже сейчас ни для кого не секрет, что некоторые подобные устройства усовершенствованы так, что лечащий врач может их контролировать, а также управлять работой всей кардиосистемы пациента через общую компьютерную систему, и даже через Интернет. Но где в Интернете созидатель, там и хакер.

В ходе лабораторного моделирования ученым удалось без особых проблем перепрограммировать систему беспроводного кардиостимулятора отдельно взятого пациента и послать в его сердце мощный электрический сигнал, который может быть смертельным. Кроме того, исследователи смогли получить личные данные пациента, "подслушав" специальный радиоаппарат, входящий в комплектацию современных кардиостимуляторов. Учитывая, что с кардиостимуляторами живут примерно 100 тысяч американцев, включая вице-президента США Дика Чейни, угроза "сердечного терроризма" весьма серьезна.

Подводя итог, мы должны констатировать, что "цифровой мир" имеет и обратную, не всегда приятную и не всем еще понятную, сторону. К примеру, свобода личности для всех — это очевидный конец свободы конкретной личности. ■

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ВЫСОЧАНСКИЙ П. Микроконтроллерный термометр-терморегулятор для инкубатора. — Радио, 2007, № 12, с. 36, 37.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства представлен на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме датчика ВК1, кнопок SB1—SB3, симистора VS1 и светодиодов HL1, HL2. Плата рассчитана на применение резисторов МЛТ и конденсаторов КМ. Не показанные на схеме блокировочные конденсаторы C4 и C5 (также КМ, емкостью 0,033—0,068 мкФ) монтируют на стороне печатных проводников. Перемычки, соединяющие печатные проводники на обратной стороне платы, изготавливают из тонкого монтажного провода в теплостойкой изоляции и впаивают до установки деталей на плату.

Рис. 1

СЫРИЦО А. Двухканальный регулятор громкости для активных АС. — Радио, 2007, № 6, с. 16—19.

Замена реле.

Кроме указанных в статье, без изменения чертежа печатной платы в устройстве можно применить реле РЭС79 исполнений ДЛТ4.555.011 и ДЛТ4.555.011-05 (сопротивление обмотки — 1530...1955 Ом, ток срабатывания — 7,5 мА) и РЭК23 исполнения РФ4.500.472-05 (соответственно — 1520...2185 Ом и 8,4 мА).

КОВАЛЕНКО С. Индикатор для проверки кварцевых резонаторов. — Радио, 2005, № 2, с. 22.

Печатная плата.

Устройство собирают на плате, изготовленной по чертежу, изображенному на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме соединителей X1—X8 и кнопок SB1—SB3. Резисторы — МЛТ, конденсаторы — КМ. Не показанный на схеме конденсатор C13 (также КМ, емкостью 0,033—0,068 мкФ) — блокировочный в цепи питания микросхемы DD1. Для удобства прокладки печатных проводников входы элемента DD2.2 (выводы 4 и 5) поменяны местами.

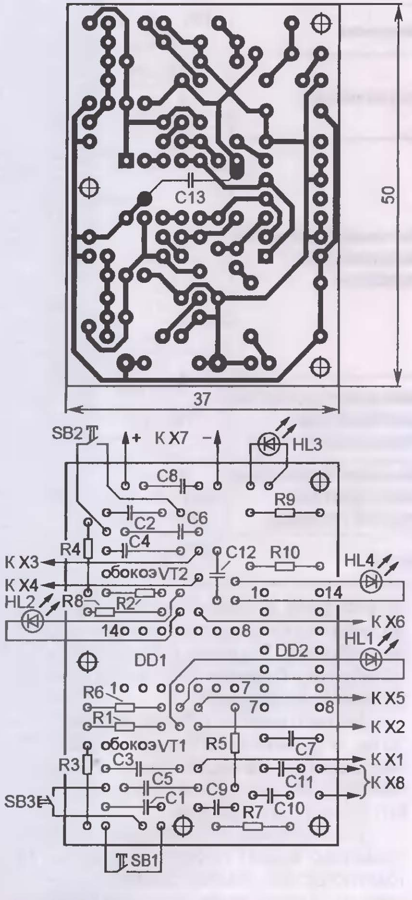


Рис. 2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ЗУЙКОВ А., КВАСОВ И. Домашняя метеостанция с часами, календарем и будильниками. — Радио, 2007, № 9, с.30—33 *(редактор — А. Долгий).*

Назначение кнопок SB1—SB4, SB6 (см. схему на рис. 1 в статье) следующее:

SB1 — нижняя строка влево; SB2 — настройка; SB3 — верхняя строка влево; SB4 — нижняя строка вправо; SB6 — верхняя строка вправо.

Для перехода в режим настройки нажимают на кнопку SB1 и кнопками SB3 и SB6 добиваются появления в верхней строке надписи "Поиск датчиков". Последующим нажатием на SB2 или SB4 выполняют поиск. Нажав на SB1 до перехода в основной режим, увидим на экране температуры (дома или на улице) значение температуры. Если вместо этого отображается надпись "err", то необходимо убедиться в правильности монтажа, работоспособности датчика.

Последовательность действий при установке будильника:

— одновременным нажатием на кнопки SB3 и SB6 входим в режим будильников;

— кнопкой SB3 выбираем будильник;

— кнопкой SB6 устанавливаем нужный час;

— кнопками SB4, SB2 переходим к минутам, дням недели, признаку включения (активный параметр подсвечивается мигающим курсором);

— кнопкой SB6 изменяем значение выбранного параметра (активный день недели показывается прописной буквой).

К ЧИТАТЕЛЯМ

Редакция консультирует только по статьям, опубликованным в журнале "Радио", и исключительно по техническим вопросам, имеющим прямое отношение к тому, о чем в них идет речь. Консультации даются бесплатно. Вопросы просим писать разборчиво, по каждой статье на отдельном листе. Обязательно укажите название и автора статьи, год, номер и страницу в журнале, где она опубликована. В письмо вложите маркированный конверт с надписанным вашим адресом. Вопросы можно прислать и по электронной почте. Наш адрес: <consult@radio.ru>. Для облегчения поиска ваших писем среди спама просим заполнять строку "Тема" (желательно указывать номер журнала, в котором опубликована статья, например: РАДИО 1-2008).

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

E-mail: consult@radio.ru
тел. 607-89-00



СОВРЕМЕННЫЕ КАЛИБРАТОРЫ ПРОЦЕССОВ

В статье рассмотрены особенности, основные технические характеристики и возможности многофункциональных измерителей 7301, 7302 (серия АКИП™) — универсальных калибраторов промышленных процессов.

Калибраторы промышленных процессов предназначены для измерений, настройки и регулировки первичных и вторичных измерительных преобразователей, а также средств измерения сигналов с таких преобразователей, применяемых в технологических производственных процессах. Такие калибраторы позволяют измерять постоянный ток и напряжение, электрическое сопротивление постоянному току, частоту, температуру с помощью термопар и термопреобразователей сопротивления (типы R, S, K, E, J, T, N, B, Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000 и Cu10, Cu50); формировать в режиме калибратора постоянное напряжение и ток, сопротивление постоянному току, частоту и число импульсов, статические характеристики термопар и термопреобразователей сопротивления, коммутацию внешних цепей с заданной частотой, режим токовой петли.

Калибратор **АКИП-7301**, показанный на **фото**, представляет собой универсальный портативный прибор с питанием от четырех гальванических элементов напряжением 1,5 В (типоразмера ААА), выполненный в пластмассовом корпусе, который дополнен противоударным защитным чехлом. На передней панели расположены двухстрочная цифровая шкала, клавиши выбора режимов измерения входных и формирования выходных сигналов, функциональные кнопки, гнезда подключения проводов для измерений внешних и вывода формируемых величин. Некоторые технические характеристики приборов в режиме "Калибратор" приведены в **таблице**.

Принцип действия основан на аналого-цифровом преобразовании входных сигналов и цифроаналоговом формировании выходных. Управление режимами "Измерение/Формирование" осуществляется с помощью встроенного микропроцессора. Режимы работы и диапазона измерений выбирают функциональными клавишами; дополнительные кнопки служат для установки значения выходной величины. Измеренные и/или выходные значения отображаются на двухстрочном цифровом ЖК дисплее ($5^1/_2$ разряда) с указанием режимов измерения входных и формирования выходных сигналов, а также сведений о наличии перегрузки, разрядке батареи и специальных функциях. Максимальное напряжение на входе — 600 В (пик.), на выходе — 30 В (пост.). Габариты — 205×95×42 мм, масса — 500 г.

Из основных достоинств и особенностей калибратора АКИП-7301 следует выделить следующие показатели:

1) основная погрешность не превышает 0,02 % в режимах "Измерение/Воспроизведение" постоянного тока, напряжения и сопротивления, что позволяет использовать прибор в качестве рабочего эталона для настройки и калибровки большинства мультиметров в указанных режимах;

2) возможность одновременной работы в режимах измерение/воспроизведения, позволяющая включать прибор сам на себя и контролировать его работоспособность;

3) измерение с помощью внешних термопар может осуществляться с автоматической компенсацией температуры холодного спая, для чего калибратор оснащен встроенной термопарой, измеряющей действительную температуру окружающей среды;

4) режим имитации токовой петли на ток 20 мА для нагрузки сопротивлением не менее 1 кОм при внешнем напряжении питания 24 В;

5) работа через интерфейс USB с цифровыми интерфейсами модулей давления серии APM, перекрывающих интервал 2 кПа до 70 МПа (опции).

Выходной режим	Пределы	Диапазоны измерений
Постоянное напряжение	100 мВ	–10...110 мВ
	1 В	–0,1...1,1 В
	10 В	–1...11 В
Постоянный ток	20 мА	0...22 мА
Частота	100 Гц	2...110 Гц
	1 кГц	0,1...1,1 кГц
	10 кГц	0,1...11 кГц
	100 кГц	1...110 кГц
Импульсы	100 Гц; 1, 10 100 кГц	10—10000 имп.
Сопротивление	400 Ом	0...400 Ом
	4 кОм	0...4 кОм
	40 кОм	0...40 кОм
Имитация статической характеристики термопары	R	–40...1760 °С
	S	–20...1760 °С
	K	–200...1370 °С
	E	–200...1000 °С
	J	–200...1200 °С
	T	–200 ...400 °С
	N	–200...1300 °С
	B	400...1820 °С
Имитация статической характеристики термосопротивления	PT100	–200...850 °С
	PT1000	–200 ...630 °С
	Cu50	–50...150 °С
Имитация статической характеристики модулей давления	32 типа модулей серии APM (опции)	2 кПа...70 МПа
Петля	24 В при макс. токе 25 мА	

В отличие от многих аналогов своего ценового диапазона, АКИП-7301 имеет режим имитации сигнала расходомера (прувера)/проходного счетчика — в виде импульсных посылок с заданной частотой, числом импульсов, а также соответствующих стартовых и стоповых импульсов.

При работе с АКИП-7301 следует учитывать, что измерение/воспроизведение сопротивления постоянному току прибор осуществляет по трехпроводной схеме, причем воспроизведение сопротивления происходит по методу ток—напряжение: калибратор измеряет входной тестовый сигнал постоянного тока от измерителя в интервале 0,5...3 мА и выдает на выходные клеммы напряжение, равное произведению измеренного тока на установленное значение сопротивления. Естественно, такой принцип формирования сопротивления позволяет использовать калибратор только для измерителей сопротивления, имеющих соответствующие режимы измерения (например, для мультиметров). Но такое ограничение полностью компенсируется выигрышем в массе калибратора по сравнению с магазинами сопротивлений.

Обладая широким диапазоном функциональности, приборы имеют простой и интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Калибраторы оснащены дисплеем с подсветкой, что с учетом разрядности индикатора и размера символов облегчает считывание результатов и обеспечивает возможность работы в условиях плохой освещенности. В отличие от АКИП-7301, модель АКИП-7302 не имеет режимов измерителя, а только выдает выходные значения параметров (функция калибратора).

АКИП-7301 — это оптимальное решение для специалистов, нуждающихся в многофункциональных устройствах измерения и генерирования сигналов, когда не требуется автоматическое документирование или подключение к компьютеру.

Калибратор АКИП-7301 внесен в Госреестр СИ за № 36814-08 и может быть рекомендован в качестве рабочего эталона для экспресс-оценки состояния рабочих средств измерения, первичных и вторичных преобразователей, используемых в промышленных процессах, непосредственно в месте их установки.

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте ***<WWW.prist.ru>****. Консультации по вопросам измерительной техники — по телефону (495) 777-55-91 и по e-mail* ***<info@prist.com>****.*

"ЭкспоЭлектроника" и "ЭлектронТехЭкспо": демонстрационная площадка высоких достижений электронной промышленности

С 15-го по 18 апреля 2008 г. прошли международные выставки "ЭкспоЭлектроника" и "ЭлектронТехЭкспо", ставшие уже традиционными мероприятиями индустрии профессиональной электроники. Организаторами проектов выступили компания Примэкспо и ее официальный партнер — компания ITE Group Plc.

За 11 лет своего существования выставка "ЭкспоЭлектроника" стала крупнейшим отраслевым событием в России и Восточной Европе. Выставка "ЭлектронТехЭкспо" в этом году прошла уже в 6-й раз, за годы совместной работы с "ЭкспоЭлектроникой" она значительно выросла по площади и в этом году заняла 34 % от общей площади (20 775 м²) экспозиции. За четыре дня работы выставок их успели посетить более 20 000 специалистов.

В этом году свою продукцию и услуги представили 509 компаний из 26 стран мира. "ЭкспоЭлектроника" — выставка международная в самом широком значении этого слова: доля зарубежных экспонентов составила 36,9 %, в их числе ежегодные национальные стенды лидеров электронной отрасли — Германии, Гонконга, Тайвани, Республики Корея, Китая. Успешное участие в выставке Корпорации развития внешней торговли Малайзии, являющейся головным государственным агентством по продвижению малазийских товаров и услуг на зарубежные рынки, вселяет уверенность в скором появлении на выставке полноценного национального стенда Малайзии. Также серьезный шаг в освоении российского рынка сделала Великобритания. Успешное участие таких компаний-производителей, как Syfer Technology, Arcol Resistors, Electrolube, Cascade Microtech и многих других, представленных отдельными стендами, говорит о перспективе появления коллективного стенда Великобритании на выставке 2009 г.

По традиции центральное место экспозиции выставки "ЭкспоЭлектроника" практически полностью было занято крупнейшими дистрибьюторами, которые представили свои услуги по поставке компонентов и комплектующих, а также профессионально консультировали посетителей. Элтех, Платан, МТ Систем, Диал Электролюкс, Симметрон, Аргуссофт, Компэл, ФЭК, МикроЭМ, Rutronik, Петроинтрейд, ЮЕ-Интернейшнл, Прософт, ЭКМ, Коннэктро, Бурый медведь, Промэлектроника, РСП, Мэй — это далеко не полный список представленных лидеров дистрибьюции. Приятно отметить высокий уровень подготовки к выставке перечисленных компаний: просторные эксклюзивные стенды, предоставляющие максимум комфорта для общения, нестандартные решения по продвижению современной продукции и технологий и многие другие маркетинговые ходы.

Более 50 предприятий российской промышленности были представлены на масштабном коллективном стенде Радиоэлектронного комплекса России площадью более 200 м². А такие компании, как Морион, Томилинский Электронный Завод, Группа Протон, ПКК Миландр, НПО Эркон, Завод МАРС, Ферроприбор, Ижевский мотозавод Аксион-холдинг, Элеконд, Государственный рязанский приборный завод, НПП Фолтер, НПП Элтом, НТЦ Магистр и многие другие продемонстрировали отечественные конкурентоспособные разработки на своих собственных стендах.

С каждым годом возрастает активность и зарубежных производителей, свидетельствующая об интересе к быстро развивающемуся рынку России. В этом году в выставке приняли участие 185 иностранных компаний, выступивших со своими собственными экспозициями в отличие от вендоров мирового уровня, абсолютное большинство которых было представлено на стендах элитных дистрибьюторов. Также с каждым годом расширяется список западных брендов, представленных собственными имиджевыми стендами: Panasonic, TycoElectronics, Sharp Microelectronics, Atotech, Fibox, Henkel, Assembleon, Treston, ST Microelectronics, National Instruments, Farnell, 3M и другие.



О потребностях России в сфере профессиональной электроники говорит и заметный рост числа компаний, предоставляющих широкий спектр услуг контрактного производства: от изготовления печатных плат до сборки сложнейшей аппаратуры. Приятно отметить, что за счет возросшей конкуренции уменьшились сроки и стоимость производства высокотехнологичной продукции по сравнению с прошлым годом. Свои разработки в этом направлении продемонстрировали Холдинг RCM, представленный компаниями Абрис и Авитон, Альтоника, Группа Эрикон, Горизонт, Пасифик Микроэлектроникс, Фастеко, Холдинг PCB Proffesional, Резонит, НИЦЭВТ, Пантес, НПК Элара, Мегаполис, ПСБ Технолоджис и другие.

На выставке "ЭлектронТехЭкспо" по традиции можно было найти все необходимое для производства профессиональной электроники, от розничной покупки контрольно-измерительных приборов до комплексного оснащения производственных площадок.

Поставщики технологического оборудования демонстрировали на своих стендах современные технологии ведущих мировых производителей и прямо на выставке заключали контракты на поставку. Это стало возможным благодаря техническим возможностям МВЦ Крокус Экспо, отвечающим самым высоким мировым требованиям. Значительно возросло число участников, демонстрирующих оборудование в рабочем режиме, таким образом, лозунг выставки "Технологии в действии" полностью соответствует действительности. Ознакомиться с технологическими процессами всех этапов производства специалисты смогли на стендах компаний Предприятие Остек, Электрон Сервис Технология, Ассемрус, Абсолют электроника, PTC Инжиниринг, Диполь, Совтест АТЕ, Клевер Электроникс, УниверсалПрибор, НПП Эсто, АСМ Сервис, Завод Спецтехоборудование, Лионтех, Иммертехник, ТЦ Виндзк и многих других. Порадовали и серьезные отечественные новинки оборудования, поставляемого на зарубежные рынки, которые представили компании WAT, НПП Радуга и Рязанский проектно-технологический институт.

Поставщики материалов продемонстрировали посетителям широкий ассортимент продукции, используемой при производстве электронных и электротехнических изделий. Особо выделялись стенды таких компаний, как Ламитек росизолит, Химснаб, ЕвроКлад ХайТэк, Русхенк, Гереус, Waldmann, МЭФ Оникс, Инженерные Технологии, БМП Кемикал, НИИ Гириконд, Термомарк, DuPont, ЛассоЦентр и других.

Специалисты имели возможность ознакомиться со всеми новинками контрольно-измерительных приборов и их техническими характеристиками на стендах компаний-производителей — Agilent Technologies, Rohde & Schwarz, Tektronix, Эликс, Metrel, а также на стендах дистрибьюторов — Прист, Аргус Икс, Мастер Тул, Электрейд М, Серния, Принцип, НТНК, Арттул, Стандарттехприбор, Форм, Ирит и ряда других.

Посетители могли не только проследить за тенденциями развития электронной отрасли в России, но и посетить экспозиции магазинов-лидеров розничной торговли: Чип и Дип, Профи, Вольтмастер.

В следующем году выставки пройдут с 13-го по 16 апреля в павильоне № 3 МВЦ Крокус Экспо.

В стремлении к первенству!

TABOR ELECTRONICS Ltd.

СЕРИЯ

WonderWave

WW5061, WW5062, WW5064, WW2571A, WW2572A, WW2064, WW1281A, WW1071, WW1072, WW1074

1, 2 и 4 канала

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ произвольной формы

Частота сигналов

до 400 МГц

Частота дискретизации

до 1,2 ГГц

Память на канал

до 16 Мбайт

- 4 в 1: генератор СПФ, источник модулированных сигналов, импульсный генератор, генератор стандартных сигналов, а также встроенный частотомер для моделей с литерой «А».
- Модуляция: АМ, ЧМ, ЧМн, ФМн, ГКЧ, IQ, 3D.
- Режим сегментирования и последовательного формирования СПФ с возможностью циклического повторения сегмента в последовательности (N-повторений); сохранение до 100 различных последовательностей.
- Поддержка синхронной работы нескольких генераторов.
- Интерфейсы LAN, USB 2.0, GPIB, ПО для дистанционного управления прибором и создания СПФ
- ПО «Modular» для формирования сигналов с цифровой модуляцией.



Генераторы сигналов произвольной формы серии WonderWave внесены в Госреестр СИ РФ

www.prist.ru, prist@prist.ru
115419, Москва, ул. Орджоникидзе, д. 8/9,
тел.: (495) 777-5591, факс: (495) 633-8502



Журнал «РАДИО» на выставке «СВЯЗЬ-ЭКСПОКОММ»

Журнал "Радио" традиционно принимает участие во всех проводимых выставках "СВЯЗЬ-ЭКСПОКОММ". Не стала исключением и юбилейная, прошедшая в 2008 г. И хотя оформление стенда редакции журнала выглядело скромным, интереса посетителей это не уменьшило. За пять дней нынешней выставки нас посетили сотни человек.

Обмен мнениями, беседы с нашими читателями и потенциальными подписчиками дают богатый материал к совершенствованию работы над будущими номерами.

Мы благодарим всех, кто нас не забывает!





